

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
MAESTRÍA EN ORTODONCIA

ANÁLISIS DE LA POSICIÓN DEL INCISIVO INFERIOR Y DEL TAMAÑO DE LA
SÍNFISIS MANDIBULAR EN DIFERENTES MALOCCLUSIONES Y PATRONES
VERTICALES

TANIA YAHIEL HERNÁNDEZ MORENO
CÉDULA: 9-216-307

TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL
GRADO DE MÁSTER EN ORTODONCIA

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2018

Este trabajo de investigación fue evaluado adecuadamente para obtener el título de Magíster en Administración de Clínicas Odontológicas, por el siguiente jurado calificador:

Tutor: Dr. Antonio Finlayson Jr.

DEDICATORIA

A mi Dios Yahvé, a Jesús y a la Virgen María por hacer maravillas que la razón humana no puede explicar, por su infinita misericordia y por haberme permitido culminar esta etapa académica.

A mi madre, a mis hermanas y a toda mi familia por su apoyo incondicional, su gran comprensión, sus consejos y por inculcarme valores.

A mi amado padre y a mis recordados abuelos, que siempre viven en mi mente y en mi corazón.

A mi esposo, por su afecto y por su compañía.

Y muy especialmente a las razones que me inspiran a seguir superándome, Jorge y Miguel, mis hijos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Panamá y particularmente a la Facultad de Odontología por la oportunidad que me ofreció para realizar estudios superiores en la especialidad que me apasiona.

A mis padres que me enseñaron a enfocarme en lo esencial, en mis sueños y no en los obstáculos o limitaciones.

A mis grandes maestros, quienes en todo momento guiaron mi formación científico-técnica. Especialmente al Dr. Luis Batres, al Dr. Antonio Finlayson Jr. y al Dr. Raúl A. Morales por enriquecerme con sus grandes conocimientos de la especialidad.

A mis queridos compañeros de estudio: Gianfranco, Ernesto e Hipólito con quienes compartí tantos momentos inolvidables, así como grandes experiencias de aprendizaje.

A la Dra. Marcia Lorenzetti, Dra. Lorenza Barletta y al Dr. Noriel Chang por su apoyo y mediación.

Al personal docente, administrativo, técnico y asistente de la Universidad de Panamá por su buena disponibilidad, su amable trato y cooperación.

A todos los que directa o indirectamente han contribuido en hacer de este sueño en una realidad.

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE GENERAL	V
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	1
1.1 RESUMEN	2
1.2 SUMMARY	2
1.3 INTRODUCCIÓN	3
1.4 TEMA	5
1.5 ANTECEDENTES	7
1.5.1 Patrón sagital de crecimiento	7
1.5.2 Patrón vertical de crecimiento	10
1.5.3 Tamaño de la sínfisis mandibular	18
1.5.4 Limitaciones del movimiento de los incisivos y compensaciones	24
1.6 JUSTIFICACIÓN	34
1.7 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	35
1.8 ALCANCE Y LIMITACIÓN DEL PROBLEMA	36
1.9 DEFINICIÓN DE HIPÓTESIS	36
1.10 OBJETIVOS	37
1.10.1 Objetivo General	37
1.10.2 Objetivos Específicos	38
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	39

2.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRÁNEOFACIAL	40
2.1.1 La mandíbula	41
2.1.1.1 La mandíbula prenatal	42
2.1.1.2 La mandíbula postnatal	44
2.1.1.3 Crecimiento sagital	45
2.1.1.4 Crecimiento vertical	46
2.1.1.5 Rotación mandibular	47
2.1.1.6 La sínfisis mandibular	47
2.2 MALOCCLUSIÓN ESQUELÉTICA SAGITAL	49
2.2.1 Maloclusión Clase I: etiología, epidemiología	51
2.2.2 Maloclusión Clase II: etiología, epidemiología y tratamiento	52
2.2.3 Maloclusión Clase III etiología, epidemiología y tratamiento	55
2.3 MALOCCLUSIÓN ESQUELÉTICA VERTICAL	58
2.3.1 Etiología	58
2.3.2 Rotaciones y tipos de patrones faciales	60
2.3.3 Clasificación vertical	61
2.4 RELACIÓN INCISAL	63
2.5 COMPENSACIÓN DENTOALVEOLAR	64
2.5.1 Compensación en maloclusiones sagitales	65
2.5.2 Compensación en maloclusiones verticales	66
2.5.3 Compensación y la cefalometría	68
2.5.4 Compensación y objetivos del tratamiento	69
2.6 LÍMITES DEL MOVIMIENTO DE ORTODONCIA	70
2.6.1 Secuelas del movimiento de ortodoncia	71
2.6.2 Barreras del movimiento de ortodoncia	73
2.7 CEFALOMETRÍA	74
2.7.1 Twedd 1941	74
2.7.2 Steiner 1953	75
2.7.3 Ricketts 1960	76

2.7.4 Wits appraisal 1975	77
2.7.5 Burstone-legan 1980	78
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	79
3.1 TIPO DE ESTUDIO	80
3.2 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES	81
3.3 SUJETOS DE ESTUDIO	84
3.3.1 Población y muestra	84
3.3.2 Unidad de muestreo	84
3.3.3 Unidad de análisis	84
3.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	85
3.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	85
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	85
3.7 PROCESAMIENTO DE DATOS	86
3.8 METODOLOGÍA	86
3.8.1 Relación esquelética sagital	86
3.8.2 Concordancia del diagnóstico sagital (ANB-WITS)	86
3.8.3 Evaluación del patrón vertical	87
3.8.4 Variables dependientes	88
3.8.5 Correlación lineal	89
3.8.5.1 El coeficiente de correlación de Pearson	89
3.8.6 Regresión lineal simple	90
3.8.7 Análisis de la varianza (ANOVA O ANDEVA)	93
3.8.7.1 Pruebas de significación	94
3.9 MARCO SITUACIONAL	95
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	98
4.2 ANOVA	99
4.3 ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE	111

4.3.1 ANB -IMPA	112
4.3.2. ANB- Extrusión del incisivo inferior	116
4.2.3 ANB- tamaño de la sínfisis	119
4.3.4 Plano mandibular-IMPA	122
4.3.5 Plano mandibular extrusión del incisivo inferior	125
4.3.6 Plano mandibular- tamaño de la sínfisis	128
4.4 DISCUSIÓN Y ANÁLISIS	134
4.5 CONCLUSIONES	138
4.6 RECOMENDACIONES	140
4.7 REFERENCIAS	141
4.8 BIBLIOGRAFÍA	149
 V. ANEXOS	
5.1 TABLA DE DATOS EN EL PLANO SAGITAL	151
5. 2 TABLA DE DATOS PLANO VERTICAL	154
5.3 CLASIFICACIÓN ESQUELÉTICA SAGITAL O ANTEROPOSTERIOR SEGÚN ANB Y WITS	155
5.4 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN EL DIAGNÓSTICO DE LA CLASE ESQUELÉTICA A TRAVÉS DE LA PRUEBA KAPPA DE COHEN	156
5.5 CÁLCULO DE LA PRUEBA KAPPA DE COHEN	157
5.6 DETERMINACIÓN DEL PATRÓN VERTICAL DE CRECIMIENTO	158
5.7 PRUEBA TUKEY PARA ANOVAS DESBALANCEADOS	159
5.8 DISTRIBUCIÓN NORMAL PARA LOS RESIDUALES DEL IMPA EN EL PLANO SAGITAL	160
5.9 DISTRIBUCIÓN NORMAL PARA LOS RESIDUALES DEL EXTRUSIÓN DEL INCISIVO INFERIOR EN EL PLANO SAGITAL	162
5.10 DISTRIBUCIÓN NORMAL PARA LOS RESIDUALES DEL TAMAÑO DE LA SÍNFISIS EN EL PLANO SAGITAL	164
5.11 DISTRIBUCIÓN NORMAL EN EL PLANO VERTICAL	166

5.12 DISTRIBUCIÓN NORMAL DEL IMPA EN EL PLANO VERTICAL Y LINEALIDAD DE VARIABLES	168
5.13 DISTRIBUCIÓN NORMAL DE LA EXTRUSIÓN DEL INCISIVO INFERIOR EN EL PLANO VERTICAL Y LINEALIDAD DE VARIABLES	170
5.14 DISTRIBUCIÓN NORMAL DEL TAMAÑO DE LA SÍNFISIS MANDIBULAR EN EL PLANO VERTICAL Y LINEALIDAD DE VARIABLES	171
5.15 KAPPA DE COHEN	172
5.16 ANOVA PLANO SAGITAL	173
5.17 ANOVA PLANO VERTICAL	176
5.18 ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL SAGITAL IMPA	179
5.19 ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL SAGITAL EXTUII	183
5.20 ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL SAGITAL SÍNFISIS	186
5.21 REGRESIÓN LINEAL EN EL PL. MAND-IMPA	189
5.22 REGRESIÓN LINEAL EN EL PL. MAND-EXTRII	192
5.23 REGRESIÓN LINEAL EN EL PL. MAND-SÍNFISIS	195

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la maloclusión sagital en función del ángulo ANB y del Wits	98
Tabla 2. Concordancia en el diagnóstico de la relación esquelética sagital	98
Tabla 3. Clasificación de los pacientes en función de la clase esquelética sagital y del patrón de crecimiento vertical	99
Tabla 4. Estadística descriptiva de la inclinación del incisivo inferior (IMPA) con respecto al ANB y Plano Mandibular	99
Tabla 5. Estadística descriptiva de la extrusión del incisivo inferior(EXTU II) con respecto al ANB y al Plano Mandibular	100
Tabla 6. Estadística descriptiva del tamaño de la sínfisis mandibular (SÍNFISIS) con respecto al ANB y plano mandibular	100
Tabla 7. ANOVA factor ANB criterio IMPA	102

Tabla 8. Comparaciones múltiples Tukey-Kramer para IMPA en función del ANB	103
Tabla 9. Análisis de la varianza de un solo factor. Factor ANB Criterio EXTRUII.	104
Tabla 10. ANOVA de un solo factor. Factor ANB Criterio SÍNFISIS	105
Tabla 11. Comparaciones múltiples Tukey-Kramer para SÍNFISIS en función del ANB	106
Tabla 12. ANOVA de un solo factor. Factor PLANO MAND Criterio IMPA	107
Tabla 13. ANOVA de un factor. Factor PLANO MAND criterio EXTRUII	108
Tabla 14. ANOVA de un factor. Factor PM criterio SÍNFISIS	109
Tabla 15. Comparaciones múltiples Tukey-Kramer para SÍNFISIS en función del PM	110
Tabla 16. Regresión lineal simple. IMPA-ANB	114
Tabla 17. Regresión lineal simple EXTRU II-ANB	117
Tabla 18. Regresión lineal simple SÍNFISIS-ANB	120
Tabla 19. Regresión lineal simple IMPA-PLAN MAND	123
Tabla 20. Regresión lineal simple EXTRU II-PLAN MAND	126
Tabla 21. Regresión lineal simple SNFISIS-PLAN MAND	129
Tabla 22. Resumen de ANOVA-Método de efectos fijos	130
Tabla 23. Comparaciones múltiples: Tukey-Kramer	131
Tabla 24. Resumen de la Regresión lineal simple-Método de mínimos cuadrados	132
Tabla 25. Resumen de la Regresión lineal simple-Método de mínimos cuadrados	133
ÍNDICE DE FIGURAS	
Figura 1. Cuadro de variables. Definición conceptual y operacional	82
Figura 2. Nube de puntos de la correlación IMPA-ANB	111
Figura 3. Recta de regresión sagital IMPA-ANB	112
Figura 4. Nube de puntos de la correlación EXTRU II-ANB	115

Figura 5. Recta de mejor ajuste a la nube de puntos en la regresión sagital EXTRU II-ANB	115
Figura 6. Nube de puntos de la correlación EXTRU II-ANB	118
Figura 7. Recta de mejor ajuste a la nube de puntos en la regresión sagital EXTRU II-ANB	118
Figura 8. Nube de puntos de la correlación IMPA-PLA MAND	121
Figura 9. Recta de mejor ajuste a la nube de puntos en la regresión IMPA-PLAN MAND	121
Figura 10. Nube de puntos de la correlación EXTRU II-PLA MAND	124
Figura 11. Recta de mejor ajuste a la nube de puntos de la regresión EXTRU II-PLAN MAND	124
Figura 12. Nube de puntos de la correlación SÍNFISIS -PLA MAND	127
Figura 13. Recta de regresión SÍNFISIS-PLAN MAND	127

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 RESUMEN. La posición del incisivo inferior es un punto focal del tratamiento de ortodoncia. El tamaño de la sínfisis mandibular es el aspecto más relevante que limita el movimiento de los incisivos ya que al final del tratamiento los dientes deben quedar ubicados dentro de su base ósea. El objetivo de este estudio es determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las variables cefalométricas del incisivo inferior y el tamaño de la sínfisis en función de los factores clase esquelética y patrón vertical de crecimiento. Se seleccionaron 110 radiografías laterales de cráneo y fueron medidas por un solo profesional. La clase esquelética se determina con el valor del ANB y se calcula el nivel de acuerdos con Wits a través del coeficiente kappa de Cohen. El ángulo SN.GoGn determina el valor del plano mandibular. La inclinación del incisivo inferior se determina por el valor del IMPA y su extrusión por el valor determinado por Ricketts. El tamaño de la sínfisis se obtiene del cefalograma de Burstone y Leagan. Se utilizan las pruebas estadísticas ANOVA y Regresión lineal, además de realizar las comparaciones múltiples de Tukey-Kramer para experimentos desbalanceados. En todos los casos se utiliza un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y un 95% de confiabilidad. Los resultados demuestran que las variaciones en la inclinación del incisivo en el plano sagital (entre la C2 y C3) y en el tamaño de la sínfisis mandibular son estadísticamente significativas en ambos planos. Las variables factores no afectan las medias para la extrusión del incisivo. **Palabras clave:** Posición del incisivo, sínfisis mandibular, ANB, plano mandibular, ANOVA, Regresión Lineal.

1.2 SUMMARY. The position of the lower incisor is a focal point of the orthodontic treatment. The size of the mandibular symphysis is the most important aspect that limits the movement of the incisors since at the end of the treatment the teeth must be located within their bony base. The aim of this study is to determine if there are statistically significant differences between the means of the cephalometric variables of the lower incisor and the size of the symphysis according to the factors skeletal class and vertical growth pattern. We selected 110 lateral skull radiographs and were measured by a single professional. The skeletal class is determined with the value of the ANB and the level of agreements with Wits is calculated through Cohen's kappa coefficient. The angle SN.GoGn determines the value of the mandibular plane. The inclination of the lower incisor is determined by the value of the IMPA and its extrusion by the value determined by Ricketts. The size of the symphysis is obtained from Burstone and Leagan's cephalogram. The ANOVA and Linear Regression statistical tests are used, as well as the multiple comparisons of Tukey-Kramer for unbalanced experiments. In all cases a level of significance $\alpha = 0.05$ and 95% reliability are used. The results show that the variations in the inclination of the incisor in the sagittal plane (between C2 and C3) and in the size of the mandibular symphysis are statistically significant in both planes. The variable factors do not affect the means for the extrusion of the incisor. Key words: Position of the incisor, mandibular symphysis, ANB, mandibular plane, ANOVA, Linear Regression.

1.3 INTRODUCCIÓN

La ortodoncia estudia la relación entre la oclusión dental y el balance esquelético de la cara. A comienzos del siglo XIX, Angle clasificó las maloclusiones enfocándose en la relación anteroposterior, motivo por el cual la atención de los investigadores de esa época se centró en el balance del complejo dentofacial en esta dirección (Angle, 1899; Nielsen, 1991 y Vaden y Pearson, 2008).

Las anomalías dento-esqueléticas son altamente prevalentes (Soto y Tapia, 2007) y presentan una manifestación de intensidad variable. Las alteraciones pueden ser anatómicas, funcionales o estéticas y frecuentemente justifican su tratamiento en base a decisiones clínicas apoyadas en la valoración diagnóstica de la telerradiografía de perfil mediante la cefalometría.

El uso de normas cefalométricas permite la comparación de un paciente con un grupo de referencia normal que define las medidas cefalométricas ideales, basadas en factores como edad, sexo y raza. Las normas cefalométricas caucásicas son comúnmente utilizadas en diagnóstico y planificación terapéutica ortodóncica sobre individuos de diversas etnias.

La norma cefalométrica de un grupo puede no ser apropiada para otros grupos raciales (Vela, Taylor, Campbell y Buschang, 2011 y Hassan, 2006). En Latinoamérica se han realizado estudios que demuestran diferencias cefalométricas respecto de las normas caucásicas tanto en tejidos duros como blandos (Scavone, Zahn-Silva, do Valle y Nahás, 2008). Así, individuos de distinto origen étnico se favorecen de ser diagnosticados y tratados con normas propias de su respectiva etnia.

El desarrollo craneofacial implica una evolución de las características faciales en las que se producen variaciones cefalométricas tanto lineales como angulares, a nivel de tejidos blandos y duros (McNamara, 1984).

El crecimiento involucra cambios en el tamaño y en las dimensiones del cuerpo humano como resultado de la multiplicación celular, del incremento de tamaño de las células y de la sustancia intercelular, todo lo cual es susceptible de ser valorado numéricamente; mientras que los cambios en la organización y diferenciación funcional de los tejidos, órganos y sistemas son el resultado del proceso de desarrollo o maduración, el cual

constituye el aspecto cualitativo del crecimiento (Beers, Porters, Jones, Kaplan y Berkwits, 2006).

Actualmente varios parámetros cefalométricos se utilizan para diagnosticar correctamente las diversas alteraciones craneofaciales, pero muchos de los casos clínicos no concluyen en el mismo diagnóstico (Steiner, 1953 y Sato y Tsuji, 1993).

Charles Tweed en 1941 fue pionero en darle importancia a la inclinación axial del incisivo inferior y su relación con el plano mandibular y el plano horizontal de Frankfort, concepto que todavía sigue vigente en la actualidad (Companioni y Rodríguez, 2008).

La correcta posición e inclinación del incisivo mandibular es un objetivo focal en la planificación del tratamiento de ortodoncia, para obtener una correcta oclusión dentaria, funcionalmente equilibrada y estéticamente armónica, principio que constituye uno de los acontecimientos diagnósticos más decisivos de los últimos años.

La sínfisis mandibular sirve como punto de referencia anatómica para la belleza y armonía de la cara en general y del tercio inferior de la cara en particular.

Las displasias verticales son entidades complejas de origen multifactorial, donde tanto factores genéticos como ambientales están involucrados. Ellas pueden afectar las estructuras dentoalveolares, las esqueléticas o ambas (Sassouni y Nanda, 1964 y Nielsen, 1991).

El objetivo de esta investigación es describir las características cefalométricas en pacientes de ambos sexos, con edades entre 18 y 40 años, con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013, específicamente la extrusión e inclinación del incisivo inferior y el tamaño de la sínfisis mandibular.

La técnica estadística de ANOVA de un factor nos señala si dos variables (un factor y una variable respuesta) están relacionadas en base a si las medias de la variable dependiente son diferentes en las categorías o niveles de la variable factor. Es decir, señala si las medias entre dos o más grupos son similares o diferentes.

El análisis de correlación estudia el grado de asociación de dos o más variables y la direccionalidad de la relación.

En esta investigación también se utiliza un modelo de regresión lineal para especificar y estimar la manera en la que las variables de interés o dependientes, que son la posición axial y la extrusión del incisivo y el tamaño de la sínfisis mandibular, pueden ser explicadas por un conjunto de variables explicativas o independientes, que son la clase esquelética sagital y el patrón de crecimiento vertical. La relación de causalidad entre estas variables es unidireccional. El objetivo de la regresión lineal simple es encontrar la mejor recta de ajuste, entre todas las posibles, dentro de la nube de puntos y establecer si la relación es lineal o no.

Las etapas de la investigación se desarrollan en 5 capítulos. Un primer capítulo de aspectos generales como son: la introducción, el tema, los antecedentes y la justificación del problema que plantea la investigación, el alcance y las limitaciones del tema, las hipótesis y los objetivos generales y específicos.

El marco teórico se desarrolla en el segundo capítulo. La metodología se desarrolla en el tercer capítulo, donde se presentan: el tipo de investigación, método de muestreo, la población y muestra, definición de variables, instrumentos, criterios de inclusión y de exclusión, y los procedimientos.

El análisis y la interpretación de los resultados con sus tablas y gráficas se desarrolla en el capítulo cuarto. Y finalmente en el capítulo quinto se presenta la discusión, las conclusiones y recomendaciones.

1.4 TEMA

ANÁLISIS DE LA POSICIÓN DEL INCISIVO INFERIOR Y DEL TAMAÑO DE LA SÍNFISIS MANDIBULAR EN DIFERENTES MALOCLUSIONES Y PATRONES VERTICALES

Es un estudio comparativo no experimental de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y del tamaño de la sínfisis mandibular en pacientes de ambos sexos, con edades entre 18 y 40 años, con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013.

La ortodoncia nos permite mover los dientes a través del alvéolo para disminuir o aumentar las compensaciones dentoalveolares de la clase II y III. La experiencia clínica indica que en el movimiento anteroposterior de los incisivos no podemos realizar una retracción o proinclinación ilimitada.

Es importante para el clínico que la planificación del movimiento dentario esté acorde con la norma individual y garantice la estabilidad de los resultados después del tratamiento ortodóntico (Interlandi, 2002).

La presente investigación pretende mejorar el diagnóstico y la planificación del tratamiento de ortodoncia al considerar las compensaciones del incisivo inferior considerando las características de la sínfisis mandibular.

Las maloclusiones clase II y III se han considerado anomalías dento-esqueléticas severas por la deformidad facial que llegan a ocasionar, su desarrollo afecta a todo el complejo craneofacial y no se limita sólo a los maxilares.

Goldsman (1959) sugirió que dentro del complejo dentofacial existe una propiedad compensatoria, la cual preserva la armonía en las proporciones del patrón facial. Los cambios dentoalveolares producidos por el mecanismo compensatorio, se observan en el patrón de crecimiento de las clases II y III. La compensación dental actúa para camuflar la discrepancia anteroposterior y vertical entre las bases óseas superior e inferior pretendiendo establecer una relación incisal “normal”. En las clases II, el incisivo superior se retroinclina y el inferior se proinclina, mientras que en las clases III, el incisivo superior se proinclina y el inferior se retroinclina para buscar el contacto oclusal. La dimensión vertical interactúa para compensar la diferencia entre los maxilares variando la longitud de la sínfisis y la erupción de los incisivos. La opción de tratamiento depende de la edad del paciente y de la severidad de la maloclusión. Una vez que el paciente con maloclusión esquelética de clase II o III ha finalizado el crecimiento, las opciones terapéuticas se reducen a dos posibilidades: el camuflaje ortodóntico o la cirugía ortognática.

1.5 ANTECEDENTES

1.5.1 Patrón sagital de crecimiento

Broadbent (1937) realizó registros radiográficos con más de 1000 casos de la Bolton Foundation, y recomendó la radiografía cefalométrica como medio de diagnóstico, así como alertar al profesional en cuanto al valor de las observaciones periódicas del potencial de crecimiento de los pacientes, antes de comprometerse con el tratamiento.

Downs (1948) realizó una investigación utilizando 10 mediciones, 5 esqueléticas y 5 dentarias en 20 niños blancos, con edades comprendidas entre 12 y 17 años y con excelentes oclusiones. Dando origen así a su análisis cefalométrico, presentando una descripción definitiva y completa con promedios y rangos. Concluyó que existe un patrón facial que representa el promedio de los individuos con oclusión excelente.

Riedel (1948, 1952) fue el primero en introducir en la literatura la expresión “relación de las bases apicales”. En su tesis investigó la relación de los maxilares con la base del cráneo en setenta y seis personas (52 adultos y 24 niños) con oclusión normal y perfil armonioso y en más de 57 personas con diferentes tipos de maloclusión. El autor introdujo los ángulos SNA y SNB para verificar las posiciones anteroposteriores de la maxila y la mandíbula en relación con la base del cráneo. La diferencia entre esos dos ángulos fue la forma propuesta por el autor para evaluar la relación anteroposterior de las bases apicales entre sí. Encontró valores de 2.77° para niños y 2.04° para adultos en la diferencia de los ángulos SNA y SNB (ANB).

Tweed (1953, 1954) estableció la primera regla matemática en cefalometría para guiar la planificación del tratamiento ortodóntico, dando un patrón definido basado en el concepto de normalidad, al que le dio mucho énfasis. Reconoció la importancia de la posición del incisivo inferior en la oclusión y estética facial, relacionó la longitud de este diente con los planos horizontal de Frankfort y mandibular, creando así su triángulo de diagnóstico facial. Los ángulos internos de este triángulo eran: FMA, FMIA, IMPA.

Steiner (1953) elaboró un análisis cefalométrico que facilitó la evaluación del patrón dento-esquelético, relacionó los maxilares con la base del cráneo y los dientes con sus respectivos huesos basales. Los parámetros clínicos utilizados fueron una oclusión

aceptable y perfil facial balanceado. Ofreció la innovación de integrar el diagnóstico descriptivo con las posibles alternativas de tratamiento. Prestó más atención a la posición del incisivo inferior que a su inclinación.

Ricketts (1960) elaboró un análisis cefalométrico con once componentes con medidas espz76798eíficas para localizar el mentón y así localizar la maxila a través de la convexidad facial, localizar la dentición en la cara y evaluar el perfil.

Sassouni (1969) propuso un análisis cefalométrico en el que utilizó como referencia 4 planos horizontales cada cual ubicado en diferentes áreas de crecimiento o remodelación. Según el autor una cara bien proporcionada es aquella en la cual las prolongaciones de tres de estos cuatro planos (base craneal anterior, palatina, oclusal y mandibular) se encuentran en un punto común. Observó que no existía una normalidad ni un patrón universal.

Broadbent, Broadbent, Jr. y Golden (1975) presentaron los “patrones de Bolton” que eran los cefalogramas que representan las facies consideradas anatómicamente óptimas y que fueron desarrollados por computadoras a partir de 22,000 radiografías pertenecientes a 5,000 individuos; encontraron que al comparar un grupo de sexo femenino con un grupo de sexo masculino no hubo diferencias significativas en cuanto a los valores cefalométricos. Las diferencias entre ambos sexos eran manifestadas como caracteres sexuales secundarios, tal como el ángulo goniaco, pogonion, el ápice nasal y la prominencia malar.

Jacobson (1975) concluyó que para relacionar anteroposteriormente la base apical maxilar y la mandibular no debe tomarse como referencia la base del cráneo, sino más bien una contra otra. El autor admitió que referirse a las bases apicales a través del ángulo ANB es una maniobra propensa a errores, ya que variaciones en las posiciones de algunas estructuras podrían cambiar el valor de este ángulo, en una manera no coherente con la realidad. El autor propuso un método de evaluación denominado “Wits” (por la Universidad Witwatersrand en Johannesburgo de Sudáfrica) consistió en trazar perpendicularmente desde el punto A en la maxila y el punto B en la mandíbula, sobre el plano oclusal. La proyección de esos puntos fue denominada AO y BO. En una muestra de 21 hombres y 25 mujeres con excelente oclusión se encontró que en las mujeres los puntos AO y BO coincidían y en los hombres el punto BO fue localizado 1mm anterior al punto

AO. En las displasias esqueléticas de Clase II el punto BO se encontraba detrás del punto AO (lectura positiva). En desarmonías de Clase III las lecturas de Wits serían negativas. En condiciones normales se determinó el valor de “Wits” de 0mm para las mujeres y -1mm para los hombres.

Canuto (1981) realizó una evaluación cefalométrica de relación anteroposterior de las bases apicales en casos de oclusión normal, comparó dos tipos de análisis:” Wits” y ángulo ANB. La muestra constó de 40 radiografías cefalométricas, obtenidas de pacientes brasileiros, leucodermas de ambos sexos no tratados ortodónticamente, portadores de oclusión normal entre las edades de 12 y 17 años y cinco meses. La autora concluyó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medidas en relación con el sexo. Estadísticamente, hubo correlación entre los análisis empleados, cuando fueron comparadas entre sí. Cuanto mayor el ángulo ANB, mayor la distancia AO-BO.

Chang (1987) estudió la relación anteroposterior de la mandíbula en 80 telerradiografías de individuos chinos (Taiwán) en adultos jóvenes (40 hombres y 40 mujeres) con edad cronológica entre 20 años, 1 mes y 29 años, 10 meses portadores de una oclusión clínicamente aceptable y que nunca habían recibido tratamiento ortodóncico. Evaluó la discrepancia sagital de la mandíbula con el ángulo ANB, con el análisis Wits, con el ángulo AFB y con la distancia AF-BF (distancia de las proyecciones ortogonales de los puntos A y B en el plano de Frankfort). Concluyó que la distancia AF-BF era la mejor manera de medir la relación anteroposterior entre la maxila y mandíbula a lo largo del plano horizontal de Frankfort y que el análisis Wits era una evaluación apenas de relación sagital de la dentición sobre el plano oclusal y que los ángulos ANB y AFB no describían exclusivamente la relación anteroposterior de la mandíbula.

Oktay (1991) estudió la relación entre las medidas ANB, Wits, AF-BF y APDI (indicador de displasia anteroposterior) usadas en la determinación de las desarmonías anteroposteriores entre la mandíbula y la maxila. Evaluó telerradiografías de 63 individuos de género masculino y 82 de género femenino y encontró un alta de correlación entre ellas. Concluyó que estos parámetros sagitales podrían ser intercambiables y que el plano oclusal, la línea SN, el plano de Frankfort y el plano mandibular tendían a moverse en esa misma dirección. Afirmó también que las mediciones tales como Wits, AF-BF y APDI sugeridas

como alternativas a los ángulos ANB eran afectadas por las medidas de SN, GoGn, OP-SN, FMA y la longitud de la línea SN. Como conclusión afirmó que la evaluación Wits, AF-BF y el criterio de determinación de las bases apicales APDI no eran más confiables en diagnóstico clínico que el ángulo ANB.

Canut (1999) presenta un típico caso de Clase II, división 1. Analiza la posición del incisivo inferior con los análisis de Tweed, Steiner, Ricketts y Holdaway, evaluándolo en tres fases: al comienzo del tratamiento correctivo, terminación del tratamiento y 21 años después. Los resultados mostraron ciertas discordancias. Sin embargo, el autor concluyó que estos análisis son válidos y persiguen idénticos objetivos, pero ninguno de ellos es perfecto y, seguramente, nunca lo serán.

Andrade y Freitas (2004) estudiaron la relación anteroposterior en las radiografías laterales de 41 personas con el color de piel amarilla (mongoloide), 22 mujeres y 19 hombres, en el que evaluaron cinco medidas cefalométricas, los ángulos ANB, FABA y las evaluaciones de Wits, Tpi y ProjUSP. Comparando los resultados con la observación de cinco especialistas en ortodoncia, se concluyó que no había diferencia significativa entre los sexos en cualquiera de los cinco métodos de evaluación de la relación anteroposterior entre el maxilar y la mandíbula, en la muestra estudiada. A pesar de que todos los porcentajes de acuerdo fueron inferiores al 80%, el mayor nivel de acuerdo entre las valoraciones de los observadores (utilizando la clasificación más común entre ellos) y métodos de medida se obtuvo para las medidas de FABA (72.5%) y ANB (65.0%), que se consideraron los más adecuados para el estudio en sujetos de color amarillo seguido de la Proyección USP (57.0%), siendo estos tres análisis los más parecidos entre sí. Los métodos WITS y TPi no deben ser usados para estudiar la relación entre los maxilares en individuos de color amarillo, porque los porcentajes son muy bajos (25.0% y 37.5% respectivamente).

1.5.2 Patrón vertical de crecimiento

Richardson (1969) evaluó factores esqueléticos en paciente con mordida abierta y profunda, mediante un análisis de regresión múltiple. Para lo cual se recogieron las radiografías cefalométricas laterales de 110 casos por mordida abierta y 110 de mordida profunda. Las edades de los sujetos estaban entre 7 y 27 años. Un polígono facial definido

por los puntos nasion, sella, articular, gonion y menton fue trazado en cada radiografía. Además, la altura de la cara se dividió en superior (nasion-ANS) e inferior (ANS-menton) mediante la proyección de ANS en el plano facial. Por lo tanto, era posible hacer mediciones, siete lineales y cinco angulares, en cada localización. En un análisis preliminar, las diferencias entre las medias de los valores lineales y angulares de los grupos de mordida abierta y sobremordida profunda, se realizó mediante la prueba estadística "t". Se concluyó que la altura anteroinferior de la cara es significativamente mayor, en promedio, en los casos de mordidas abiertas que en los casos de mordida profunda. Los ángulos mandibulares y articulares también son significativamente más grandes en mordida abierta, y la parte anterior de la base del cráneo es significativamente mayor en pacientes con sobremordida profunda.

Isaacson J., Isaacson R. y Speidel (1971) diseñaron un estudio con el fin de evaluar las relaciones entre parámetros verticales y rotación mandibular para examinar variaciones extremas en el crecimiento facial. Se planteó la hipótesis de que las mandíbulas que están rotando hacia delante o bien hacia atrás manifestarían ángulos bajos o altos del plano mandibular Silla-Nasion (MP.SN), respectivamente. Los datos de este estudio fueron recogidos de radiografías cefalométricas y modelos de estudio de pacientes activos de la División de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Minnesota. Los archivos fueron seleccionados para todos los pacientes con un ángulo plano mandibular-Silla Nasion registrado superior a 38 grados o menos de 26 grados. Se dividió a los pacientes de acuerdo con el grado del plano MP.SN como bajo (menos de 26 grados), promedio (32grados) o alto (superior a 38 grados). Se consideraron diversas medidas de los cuales sólo tres de los factores anteriores podían ser considerados morfológicamente causales en el desarrollo de ángulos MP-SN altos o bajos y sus respectivos patrones de crecimiento. Estos tres factores fueron la altura del proceso alveolar maxilar posterior (OP-PP; plano oclusal-plano palatino), la altura de la rama, la altura del proceso alveolar mandibular posterior (OP -MP). La altura del proceso alveolar maxilar posterior (OP-PP) fue claramente la más importante en el desarrollo de patrones de crecimiento de planos altos o bajos. La altura de la rama fue menos importante y la altura de los molares inferiores relativamente poco importante. Cuando estas mismas tres mediciones absolutas

se convierten en un porcentaje de la altura facial total, la altura de la rama se vuelve más importante que la altura del proceso alveolar maxilar posterior. La altura mandibular del proceso alveolar permanece sin importancia.

Nahoum (1971) comparó un grupo de cincuenta y dos cefalogramas laterales de sujetos con mordidas abiertas con un grupo de 166 cefalogramas de sujetos adultos normales de la clase I de Angle. Se realizaron tres mediciones lineales y tres angulares. Se descubrió que la proporción de la altura superior de la cara era menor para sujetos de mordida abierta y era razonablemente constante en todas las edades. La altura superior de la cara fue más pequeña, pero la altura de la cara inferior fue lo suficientemente mayor como para hacer que la altura total de la cara de los sujetos con mordida abierta fuera ligeramente mayor que la de los sujetos con caras normales. Los ángulos SN.MP y PP.MP fueron mayores, pero el SN.PP fue más pequeño en los sujetos con mordida abierta. Hay razones para creer que la inclinación hacia arriba de la porción anterior del plano palatino sirve para disminuir la altura de la cara superior, ya que aumenta la altura de la cara inferior en sujetos con mordida abierta. Se sugirió que, en futuros estudios de esta afección, los sujetos con mordida abierta se emparejen por edad y sexo con sujetos de control normales debido a las diferencias en las mediciones faciales observadas entre hombres y mujeres en este estudio.

Nahoum (1972) comparó cefalogramas de noventa y dos sujetos masculinos con buenas oclusiones, 18 personas con clase II de Angle con mordida abierta anterior, y 18 personas con mordida abierta y prognatismo mandibular (y clase III de Angle). En promedio, las personas con mordida abierta tenían una mayor altura facial anterior inferior, una menor altura facial posterior, una distancia a SN, una distancia más pequeña a MP, un ángulo mandibular más grande, y una menor proporción UFH/LFH que los tenidos por los sujetos normales de control. La altura facial anterior fue mayor en los grupos de prognatismo mandibular que el control o Clase II. El plano oclusal superior al ángulo SN fue similar en los tres grupos, pero el ángulo de plano oclusal inferior al plano SN fue mayor en los sujetos con mordida abierta. Se usaron polígonos faciales para mostrar las diferencias de los patrones entre los grupos.

Bibby (1980) destacó que, en el plano sagital, la relación incisal variaba según al prognatismo del maxilar y la mandíbula con la base craneal anterior. En su investigación,

se estudiaron 268 radiografías con una relación incisal normal y se clasificaron en tres grupos según el patrón esquelético al que pertenecían. Del análisis de los resultados, se observa que, la posición relativa del punto A (hueso maxilar) respecto a la base craneal es similar en las clases I y II. Sin embargo, las clases III muestran una retrusión respecto a las otras clases. Por otro lado, la posición del punto B (hueso mandibular) en las clases I y III muestra relaciones similares respecto a la base craneal mientras que las clases II muestran una retrusión respecto a las otras clases. Por lo tanto, la arcada más prognática en las clases II (maxilar) y III (mandíbula) mantiene una relación normal con la base craneal, como si se tratase de la arcada propia de una clase I esquelética. En ambas maloclusiones, la arcada menos prognática se encuentra en una posición retruida con respecto a la misma arcada en la clase I esquelética. Entre las medidas dentales de esta investigación, los resultados mostraron que, en las clases II, los incisivos inferiores estaban muy volcados o proinclinados, mientras que, en las clases III están muy enderezados o retroinclinados.

Trouten, Enlow, Rabine, Phelps y Swedlow (1983) identificaron y evaluaron el patrón facial y craneal que se refirieron a las relaciones compuestas anatómicas asociados con sobremordida profunda y la mordida abierta anterior. Una muestra de radiografías cefalométricas pretratamiento, tratamiento y postratamiento fueron analizados para displasias y se comparó con una muestra de control con la oclusión normal. El análisis contraparte (Enlow, et al 1971) fue el principal método utilizado para evaluar las interrelaciones entre los componentes anatómicos del esqueleto. El principio de contrapartes afirma que algunas de las partes principales del esqueleto del cráneo están relacionados con otras partes específicas (contrapartes) que deben coincidir en dimensiones y posiciones apropiadas para que se de el balance anatómico. Por ejemplo, el arco mandibular óseo es un homólogo estructural de la arcada superior. Si existe una diferencia de dimensiones o de posición entre ellos, se encontrará una inadaptación anatómica medible correspondiente. La muestra consistió en 5 grupos de 15 sujetos cada uno (Grupo A: grupo control; Grupo B: Clase I mordida abierta; Grupo C: Clase II mordida abierta, Grupo D: Clase I mordida profunda, Grupo E: Clase II mordida profunda). La estadística descriptiva proporcionó las medias, los errores y las desviaciones estándar para cada relación anatómica. Los análisis de varianza se utilizaron para determinar las variables que

mostraron diferencias estadísticamente significativas en relación con la mordida (normal, abierta, profunda) y la clase de oclusión molar (I y II). Se utilizó un análisis discriminante de todas las dimensiones de esas relaciones anatómicas para construir una combinación que discriminara mejor entre mordida abierta y profunda en un grupo de individuos. Las variables incluidas en esta combinación fueron la inclinación del plano palatino, inclinación del plano oclusal, curva de Spee, conjunto craneal más maxilar y rama más dimensiones de cuerpo en los puntos A y B, inclinación inferior plano maxilar, la inclinación del plano mandibular e inclinación de la fosa media craneal. Se encontró que la angulación posterior de la rama era menor en el grupo de control y la diferencia entre los grupos de mordidas abiertas y profundas era significativa ($p < 0.05$). Respecto a la inclinación palatal se mostró una tendencia mucho más fuerte para una inclinación hacia abajo del plano palatino anterior durante el desarrollo vertical del complejo nasomaxilar en la mordida abierta, con la tendencia opuesta en la mordida profunda. La curva de Spee en los casos de control fue intermedia entre las curvaturas que se encuentran en la mordida abierta y profunda. La diferencia entre los grupos de mordida abierta y profunda fue significativa ($p < 0.001$). Trouten et al., observaron que, en presencia de mordida abierta anterior, la curva de Spee estaba ausente o era negativa. Sin embargo, hubo una curva acentuada en presencia de mordida profunda.

Cangialosi (1984) estudió los cefalogramas laterales de sesenta pacientes con mordida abierta y sesenta sujetos no tratados que se determinó clínicamente que tenían oclusiones normales de Clase I. Se registraron los siguientes seis valores: (1) relación entre la altura posterior y anterior de la cara, (2) relación de la altura de la cara superior a la inferior, (3) ángulo SN.GoGn, (4) ángulo gonial, (5) ángulo SN.PP, y (6) ángulo PP.GoGn. Los resultados se compararon con estudios previos. Se probó la constancia de las relaciones y ángulos con la edad y se intentó separar la muestra de mordida abierta en grupos esquelético y dentoalveolar. Los resultados fueron en general consistentes con los informados previamente, a excepción del ángulo SN.PP, que no fue significativamente diferente del grupo normal. En la muestra de mordida abierta, el estudio mostró una disminución en la proporción de PFH / AFH, una disminución en la proporción de HNF / LFH y un aumento en los otros ángulos medidos. Luego de una división adicional de la

muestra en grupos de dentición mixta y permanente, se encontró que los ángulos y las proporciones se mantuvieron relativamente constantes con la edad. Un intento de dividir la muestra de mordida abierta en grupos esquelético y dentoalveolar resultó en valores más extremos para todas las mediciones realizadas. Se discute la dificultad para diferenciar entre los dos grupos y la variabilidad de los patrones dentosqueléticos en la mordida abierta.

Ellis y McNamara (1984) identificaron las relaciones óseas y esqueléticas de los adultos que tenían maloclusión de clase III, se analizaron los cefalogramas laterales de 302 pacientes adultos que tenían una relación clase III molar y canino. Noventa y cuatro de los pacientes habían tenido tratamiento de ortodoncia prequirúrgica. Los trazados se digitalizaron y se analizaron los siguientes conjuntos de medidas: posición esquelética maxilar; posición dentoalveolar maxilar; posición dentoalveolar mandibular; y posición esquelética mandibular. Además, el ángulo del plano mandibular y la altura facial anteroinferior se midieron como un indicador de las dimensiones faciales verticales. Ninguno de estos valores demostró diferencias de género significativas excepto la altura facial anterior más baja; por lo tanto, los sujetos fueron tratados como un grupo. Aunque hubo una variación considerable entre los pacientes, la combinación más común de variables fue un maxilar retrusivo, incisivos superiores protusivos, incisivos mandibulares retrusivos, una mandíbula protrusiva y una altura facial inferior aumentada. Se evaluaron 176 sujetos, la mitad de los cuales tenía una mordida abierta anterior. Estos sujetos fueron elegidos mirando las radiografías cefalométricas laterales que se tomaron de 302 adultos (128 hombres y 174 mujeres) que exhibieron al menos una relación molar y canina Clase III. La sobremordida dental se calculó para todos los sujetos, y aquellos con una sobremordida negativa se colocaron en el grupo de mordida abierta (OB). Aquellos con una sobremordida positiva se colocaron en el grupo de mordida no abierta (no OB). La sobremordida dental fue el único criterio utilizado para definir los grupos de mordida abierta y mordida no abierta. Los sujetos con mordida abierta se emparejaron con sujetos sin mordida abierta por sexo, presencia de tratamiento ortodóncico prequirúrgico y longitud de la base craneal anterior. Se obtuvieron ochenta y ocho sujetos en cada grupo (43 hombres y 45 mujeres). Se calcularon y analizaron diversas medidas de la estructura

craneofacial mediante la comparación de los grupos OB y no OB con la prueba t pareada. Las áreas que mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos OB y no OB fueron las siguientes: (1) el maxilar posterior exhibió un exceso vertical en el grupo OB; (2) el plano oclusal maxilar fue menos pronunciado en el grupo OB; (3) el plano oclusal mandibular fue más pronunciado en el grupo OB; (4) el ángulo gonial fue mayor en el grupo OB; (5) el ángulo del plano mandibular era más alto en el grupo OB; (6) la rama mandibular se colocó en una posición más hacia abajo y hacia atrás en el grupo OB; (7) la altura facial anterior total y la altura facial inferior aumentaron en el grupo OB; (8) la altura vertical del maxilar anterior se incrementó en el grupo OB; y (9) la mandíbula era menos protrusiva en el grupo OB. No se observaron diferencias intergrupales significativas en la base craneal, la posición anteroposterior del maxilar o los incisivos superiores e inferiores, el plano palatino, la altura facial posterior, la altura de la rama mandibular o la altura del cuerpo mandibular. Los resultados de este análisis indicaron que la maloclusión de clase III de mordida abierta se caracteriza por alteraciones en el maxilar y la mandíbula. La terapia quirúrgica puede, por lo tanto, requerir intervención en ambas mandíbulas para corregir esta deformidad con éxito.

Nanda (1988) el propósito de su estudio fue examinar los patrones de desarrollo el crecimiento facial en pacientes con mordida abierta esquelética y mordida profunda esquelética. Se utilizaron datos longitudinales basados en las radiografías laterales cefalométricas de 16 varones y 16 mujeres, de edades entre 3 a 18 años. Estos sujetos fueron seleccionados sobre la base de la altura inferior de la cara como un porcentaje de la altura total de la cara. Las personas que presentan valores extremos fueron seleccionadas para crear cuatro grupos de ocho sujetos en cada grupo. Curvas de crecimiento absoluto e incremental para la altura total anterior de la cara, altura anterosuperior de la cara, altura anteroinferior de la cara, la altura posterior de la cara, y la longitud de rama fueron analizadas estadística y gráficamente. Se estableció que las dimensiones anteriores de la cara demostraron patrones tipológicamente divergentes de desarrollo en las caras de mordidas abiertas y profundas. Además, las dimensiones, posterior de la cara no discriminaban entre estos dos grupos tipológicos. Las mujeres con mordida abierta fueron las primeras del estirón en el momento de la adolescencia, se sucedieron por las mujeres

con mordida profunda, varones con mordida abierta, y finalmente por los varones con mordida profunda. Las implicaciones clínicas de estas observaciones se refieren al momento del tratamiento de ortodoncia, la duración del período de retención, y la predicción del estado oclusal adulto durante la dentición mixta.

Nanda (1990) el propósito fue evaluar los factores esqueléticos asociados con el desarrollo de las desproporciones faciales verticales. Se utilizaron mediciones angulares basadas en las radiografías cefalométricas laterales longitudinales de 16 hombres y 16 mujeres, de las edades de 4 a 18 años. Los sujetos fueron seleccionados sobre la base de la altura facial inferior (ANS-Me) como porcentaje de la altura morfológica de la cara (N-Me). Una sola radiografía a los 15 años para los varones y a los 13,5 para las mujeres se utilizó para clasificar la oclusión de cada sujeto, ya sea como mordida abierta o mordida profunda. Sella-nasion/plano palatino, sella nasion/plano mandibular, sella-nasion/plano oclusal anatómico, plano palatino/plano mandibular, y el ángulo de la base del cráneo fueron analizados estadística y gráficamente. Se encontró que, con la excepción de los ángulos del plano palatino/ sella nasion y de la base craneal, todas las mediciones angulares demostraron una reducción progresiva durante todo el desarrollo tanto en mordidas abiertas como en mordidas profundas; (2) el ángulo palatomandibular discriminó entre mordidas abiertas y mordidas profundas en toda la fase de desarrollo; (3) dentro de cada sexo, diferencias tipológicas eran evidentes en todas las mediciones angulares, con la excepción de la base del cráneo y el plano oclusal; y (4) el ángulo de la base del cráneo demostró claro dimorfismo sexual, y su magnitud no se asoció con displasia vertical. La reducción progresiva de los ángulos de la mordida abierta esquelética reduce o mantiene la magnitud de los desequilibrios, mientras que la reducción de ángulos acentúa la mordida profunda esquelética con la edad. La inclinación del plano palatino y su constancia sugiere que la rotación hacia abajo y hacia atrás de la mandíbula en sujetos mordida abierta está pre comprometida en respuesta a cambios compensatorios dentoalveolares con el centro de rotación en los molares. La magnitud del ángulo del plano mandibular no es adecuada para la evaluación de valor predictivo de diagnóstico o pronóstico para determinar el patrón de crecimiento.

Kao (1997) realizó un estudio en donde comparó diversos análisis cefalométricos para determinar un diagnóstico más certero para el patrón facial; los análisis que comparó fueron el de Sassouni, Tweed, Steiner y el ODI del análisis de Kim. Para ello utilizó una muestra de 23 hombres y 25 mujeres entre 20 y 30 años y se midieron diversos parámetros que ayudan a determinar la mordida abierta anterior. Dentro de los resultados se determinó que el maxilar superior se situaba en una posición retrusiva, la mandíbula giraba hacia abajo y hacia atrás, se incrementó la altura facial anteroinferior, el incisivo central superior se pro-inclinó, al igual que el inferior lo que provocó un ángulo inter-incisivo más agudo; además el plano mandibular se volvió más empinado. Se determinó que el aumento del ángulo GoGn.SN es una característica de la estructura de la mordida abierta anterior, el incremento del ángulo FMA y la disminución del ángulo FMIA son signos de mordida abierta anterior en el análisis de Tweed y se determinó que el análisis de ODI desarrollado por Kim es un buen indicador de análisis de mordida abierta anterior; mientras que el ángulo gonial inferior es el parámetro más representativo del análisis modificado de Sassouni.

1.5.3 Tamaño de la sínfisis mandibular

Beckmann, Kuitert, Prah-Andersen, Segner y Tuinzing (1928) investigaron si en el maxilar y en la mandíbula la estructura del hueso alveolar y basal sagital medial anterior estaba relacionada con la sobremordida. Un total de 460 sujetos adultos no tratados se dividieron en cuatro grupos: mordida profunda, sobremordida normal, mordida bis a bis o mordida abierta y se compararon. La sobremordida, la altura inferior de la cara y las áreas de sección transversal sagital media alveolar y basal anterior del maxilar y la mandíbula se evaluaron en radiografías cefalométricas laterales. Se calculó un índice que dividía la dimensión sagital por la vertical del área de sección transversal sagital media. Una mordida más profunda coincidió con una menor altura inferior de la cara, áreas alveolares y basales más grandes y una forma más amplia de la sínfisis. La altura inferior de la cara se introdujo como una covariable, el grupo de mordida abierta mostró áreas alveolares y basales transversales maxilares y mandibulares significativamente más pequeñas en comparación con el grupo de bis a bis, el grupo de sobremordida normal o el grupo de mordida profunda.

La variación vertical de la sobremordida probablemente coincidió con un hiperdesarrollo relativo o hipodesarrollo de la sínfisis.

Naumann, Siegfried, Behrents y Buschang (2000) realizaron una investigación con el propósito de comprender mejor la naturaleza multidimensional de los cambios en la sobremordida (over bite) que ocurren durante la adolescencia. El estudio utilizó cefalogramas longitudinales de 181 niños no tratados (102 hombres, 79 mujeres) tomadas a los 10 y 15 años. Los cuatro componentes principales que afectaron directamente la sobremordida fueron: (1) un desplazamiento vertical del maxilar, (2) el desplazamiento vertical de la mandíbula, (3) cambio vertical del incisivo superior dentro del hueso, (4) cambio vertical del incisivo inferior dentro del hueso. Se realizaron superposiciones de la base del cráneo, posición maxilar y mandibular para cada sujeto para evaluar los cambios verticales que se produjeron en estos 4 componentes y evaluar la sobremordida. Se utilizó un análisis de regresión múltiple para desarrollar un modelo matemático que describiera las relaciones de estos componentes a los cambios en la sobremordida. El modelo fue validado con una submuestra independiente y una comparación de los sujetos cuya sobremordida disminuyó y aquellos cuya sobremordida aumentó. Los resultados mostraron que la sobremordida cambió mínimamente (0.2 mm) durante el período de 5 años; la variación osciló entre una disminución de 2.4 mm a un aumento de 5.6 mm. El modelo de regresión indicó que los cambios óseos mandibulares fueron dos veces tan importantes como los cambios dentales mandibulares y aproximadamente 2.5 veces tan importantes como los cambios maxilares en efectuar el cambio de sobremordida. Dentro del componente del esqueleto mandibular, el crecimiento vertical fue más importante que la rotación mandibular en la determinación de cambio en la sobremordida. El modelo demostró que un enfoque multivariante era necesario para entender los cambios en la sobremordida. El tratamiento ortodóncico más eficaz podría lograrse centrándose en efectuar cambios en los componentes primarios de la sobremordida, especialmente los que tenían el mayor potencial para la modificación terapéutica.

Ceylan y Eroç (2001) el objetivo de su estudio fue investigar las diferencias en la morfología maxilar y mandibular relacionadas con la sobremordida. Un total de 80 sujetos no tratados se dividieron en 4 grupos con sobremordida normal, mordida de borde a borde,

mordida abierta o mordida profunda y se compararon entre sí. Las diferencias entre los grupos de sobremordida y entre los géneros se evaluaron mediante el análisis de varianza y la prueba de diferencia de mínima significativa. Además, se calcularon los coeficientes de correlación entre la sobremordida y las otras variables. Los resultados mostraron que existen diferencias estadísticamente significativas en la morfología maxilar y mandibular entre los grupos con sobremordida. Las más grandes correlaciones se encontraron entre las mediciones de la sobremordida y ángulo mandibular (20.738) y la altura alveolar y basal (MxPABH; 10.633) del maxilar posterior. Además, las correlaciones estadísticamente significativas se encontraron entre la mordida y la altura alveolar maxilar anterior y basal (MxAABH; 0.474), la profundidad de la sínfisis (SD; 0.455), la altura alveolar mandibular anterior y basal (MdAABH; 20.354), y las mediciones de la altura de la sínfisis (SH; 20.337). Los resultados mostraron que hay diferencias estadísticamente significativas en la morfología maxilar y mandibular entre los grupos de sobremordida.

Beane, Reimann, Phillips y Tulloch (2002) compararon análisis cefalométricos de sujetos negros con y sin una mordida abierta para identificar las diferencias esqueléticas y dentales entre los dos grupos. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones esqueléticas verticales y proinclinación del incisivo. El grupo de mordida abierta tenía una significativa mayor altura facial anteroinferior y altura facial total. El plano mandibular giró hacia abajo con respecto a la base del cráneo y el plano de Frankfort y ángulo mandibular se incrementó en la muestra con mordida abierta. Hubo pequeñas diferencias entre los grupos de mordida abierta y de mordida no abierta, en el ángulo de la base del cráneo y el indicador de profundidad sobremordida de Kim. No se encontraron diferencias significativas en las dimensiones esqueléticas anteroposteriores o desarrollo vertical dental. El patrón esquelético vertical y el mayor grado de proinclinación dental diferencian a los pacientes negros con mordida abierta anterior de los que no.

Ocampo (2005), realizó una revisión de la literatura enfocada a las alteraciones en el plano vertical enfocándose hacia el diagnóstico, evaluando los diferentes factores etiológicos y las características faciales, cefalométricas, oclusales y articulares de las displasias verticales esqueléticas (el síndrome de la cara corta y síndrome de la cara larga) y las alteraciones verticales dentoalveolares. Determinó que el síndrome de la cara larga o

mordida abierta está caracterizado por una divergencia entre los planos horizontales faciales (SN, PM, PP y Frankfort) y aumento de la altura facial anteroinferior, con una relación vertical que puede ser normal, de mordida abierta o incluso mordida profunda dependiendo del grado de compensación dentoalveolar. Mientras en el síndrome de la cara corta o mordida profunda se caracteriza por un paralelismo entre los planos horizontales faciales (SN, PM, PP y Frankfort), rotación mandibular arriba y adelante y disminución de la altura facial anteroinferior.

Hideki (2007) hizo comparaciones cefalométricas entre adultos caucásicos y japoneses en los planos sagital y vertical para comprobar su hipótesis sobre si había diferencias raciales en las mediciones cefalométricas, utilizando entre sus mediciones el ángulo formado por el plano de Frankfurt y el plano Mandibular (Tweed). Analizó 25 radiografías de hombres japoneses y de 24 mujeres japonesas. Se determinó que en el plano vertical los japoneses tenían un plano mandibular más pronunciado ($P < 0.01$); mientras que las mujeres japonesas tenían una mayor altura de la cara inferior y de mayor altura dental ($P < 0.001$).

Gracco, Luca, Bongiorno y Siciliani (2010) estudiaron la correlación entre la morfología de la sínfisis mandibular y los tipos faciales en pacientes italianos sin tratamiento mediante tomografía cone beam. La muestra consistió en 148 tomografías: 25 en el grupo cara corta, 27 en el grupo promedio y 28 en el grupo cara larga de acuerdo con el ángulo FMA. Los sujetos tuvieron una edad entre 12 y 40 años, y pertenecieron a las clases I y II sagital. Se utilizó el escáner NewTom 3G; y para las mediciones, el programa de NewTom 3G y AutoCAD. Los parámetros medidos en los 4 incisivos fueron: altura, espesor y área de la sínfisis, área de hueso esponjoso de la sínfisis, distancia cortical vestibular y lingual desde los ápices de los 4 incisivos, y posible inclinación de cada incisivo expresada en grados. Los resultados fueron analizados con las pruebas ANOVA y Tukey HSD. El espesor total de la sínfisis fue mayor en los sujetos cara corta que en la cara larga. El grupo cara larga presentó el espesor cortical más delgado en casi todos los sitios medidos mientras que el grupo cara corta presentó un espesor mayor en las corticales bucales y linguales con raras excepciones. No se observaron diferencias significativas en las áreas total y hueso esponjoso de la sínfisis entre los 3 grupos. En los 3 grupos, el total y altura de hueso esponjoso y áreas fue mayor a nivel de incisivos centrales que de los

incisivos laterales. Se concluyó que hay una relación significativa entre el tipo facial y el espesor total de la sínfisis mandibular.

Kucera, Marek, Tycova y Baccetti (2011) evaluaron los componentes esqueléticos y dentoalveolares en sujetos adultos con mordida abierta esquelética en presencia o ausencia de compensación dental. La muestra del estudio incluyó 69 mujeres adultas que pertenecían a tres grupos según las relaciones verticales esqueléticas y la sobremordida. Se evaluaron un total de 15 variables (5 angulares, 10 lineales). Los valores en el grupo de mordida abierta compensada dentalmente (COBG), el grupo de mordida abierta no compensado dentalmente (NCOBG) y el grupo de control con relaciones esqueléticas verticales normales y sobremordida (CG) se compararon mediante estadística paramétrica. El COBG y el NCOBG mostraron incisivos y alturas molares significativamente mayores en ambos maxilares que en el CG. No se encontraron diferencias significativas en la altura molar superior o inferior entre COBG y NCOBG. La altura del incisivo fue significativamente mayor en COBG que en NCOBG. Elongación en la región incisiva se acompañó de un estrechamiento significativo del proceso alveolar anterior inferior en ambos grupos de mordida abierta esquelética. La proclinación de los incisivos superiores fue significativamente menor en el COBG que en los otros grupos. Concluyeron que los componentes dentoalveolares consistentes en la elongación e inclinación del incisivo juegan un papel importante en la compensación de la configuración de mordida abierta esquelética en sujetos adultos. El aumento de la altura molar es un hallazgo común en adultos con mordida abierta esquelética.

Mostafa M, Salah y Mostafa (2012) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de investigar los diversos componentes óseos y dentales de la maloclusión con mordida profunda, la importancia de la contribución de cada uno, y si existían ciertas correlaciones entre ellos. Realizaron mediciones dentales y esqueléticas en las radiografías cefalométricas laterales y modelos de estudio de 124 pacientes con mordida profunda. Se analizaron estadísticamente estas mediciones. Los resultados fueron que una curva exagerada de Spee era el componente dental más compartido (78%), significativamente mayor que cualquier otro componente ($P = 0.0335$). Un ángulo mandibular disminuido fue el componente esquelético más compartido (37.1%), altamente significativo en

comparación con los otros componentes ($P = 0.0019$). Una fuerte correlación positiva entre el ángulo rama/horizontal de Frankfort y el ángulo mandibular; correlaciones más débiles se encontraron entre los distintos componentes. Concluyendo así que una curva de Spee exagerada y un ángulo mandibular disminuido eran los mayores componentes que contribuían a una mordida profunda. Este análisis de componentes de la mordida profunda podría ayudar a los profesionales a diseñar mecanoterapias individualizados en base a la causa subyacente, en lugar del uso parcializado de la mecánica predeterminada al tratar pacientes con una maloclusión de mordida profunda.

Mostafa M., Salah F, y Mostafa Y. (2012) sugirieron que la maloclusión de mordida abierta no debía considerarse una enfermedad; en su lugar, debía verse como una manifestación clínica de las discrepancias subyacentes. El estudio tuvo como objetivo dilucidar los componentes esqueléticos y dentales subyacentes de la maloclusión de mordida abierta, la importancia de la contribución de cada uno y si existían ciertas correlaciones entre ellos. Se realizaron mediciones dentales y esqueléticas en radiografías cefalométricas laterales y modelos de estudio de 79 casos de mordida abierta. El análisis estadístico de las mediciones realizadas se llevó a cabo. La curva de Spee aplanada (73.4%) y la proclinación de los incisivos superiores (65.8%) fueron los componentes dentales que más se compartieron, y significativamente más altos que cualquiera de los otros componentes dentales ($P = 0.000$). El ángulo del plano mandibular empinado (72.2%) y el ángulo gonial (59.9%) fueron los componentes esqueléticos que más compartieron. Conclusiones: La curva de Spee aplanada, el ángulo del plano mandibular, la proclinación de los incisivos superiores y el ángulo gonial fueron los componentes que más contribuyeron en los casos de maloclusión de mordida abierta. El análisis de componentes de mordida abierta podría ayudar al clínico a diseñar una mecanoterapia individualizada que aborde la causa subyacente.

Benedicto (2016) analizó una posible correlación entre diferentes medidas para la determinación de los tipos faciales verticales, realizó un estudio en donde empleó 95 radiografías cefalométricas de individuos caucásicos con oclusión normal, 54 varones y 41 mujeres. Los tipos faciales fueron divididos en dólicofacial o hiperdivergente, mesofacial o normodivergente y braquifacial o hipodivergente. Una relación entre las mediciones se

verifico mediante análisis de concordancia total y método Kappa con la interpretación propuesta por Landis y Kotch. Kappa se consideró aceptable para SN.GoGn / VERT (0.22 y 60%) y leve para Jarabak / SN. GoGn (0.06 y 36.8%). Los estudios cefalométricos a menudo presentan diferentes interpretaciones sobre la descripción de los tipos faciales verticales.

Nakawaki et al., (2016) buscaron una relación entre las diferencias anteroposteriores y verticales de la morfología maxilofacial y el volumen mandibular. A 213 adultos japoneses se les clasificó en Clase I, II y III utilizando el ángulo ANB de Steiner y en hiperdivergente, normodivergente e hipodivergente utilizando el ángulo FMA de Tweed; mientras tanto el volumen mandibular fue medido utilizando una tomografía computarizada de haz cónico y se compararon los 3 grupos entre sí. Como resultados no encontraron diferencias significativas entre el volumen mandibular y las Clases I, II y III; por lo contrario, se encontró una relación inversa entre el volumen mandibular y el ángulo FMA, hallando diferencias significativas entre el volumen mandibular y los grupos hipodivergentes, donde fue mayor el volumen, e hiperdivergentes, donde fue menor el volumen.

1.5.4 Limitaciones del movimiento de los incisivos y compensaciones

Goldsman (1959), sugirió que dentro del complejo dentofacial existe una propiedad compensatoria, la cual preserva la armonía en las proporciones del patrón facial. Esta compensación es tal, que, cuando un hueso basal, el maxilar o la mandíbula, muestra una discrepancia obvia, el resto de las estructuras del complejo se alteran para enmascarar dicha discrepancia. La naturaleza es capaz de conseguir una oclusión funcionalmente aceptable, variando la posición sagital y vertical de los incisivos para compensar diferentes maloclusiones esqueléticas. La compensación dental actúa para camuflar la discrepancia anteroposterior y vertical entre las bases óseas superior e inferior pretendiendo establecer una relación incisal “normal”. De manera que, en las clases II, el incisivo superior se retroinclina y el inferior se proinclinan mientras que en las clases III, el incisivo superior se proinclinan y el inferior se retroinclina para buscar el contacto oclusal. Con este mismo objetivo, la dimensión vertical interactúa para compensar la diferencia entre los maxilares variando la longitud de la sínfisis y la erupción de los incisivos. Los resultados de este

mecanismo de adaptación muestran una gran variabilidad en el grado de inclinación del incisivo y en la regulación de la altura de su proceso alveolar. Los resultados de este mecanismo de adaptación muestran una gran variabilidad en el grado de inclinación del incisivo y en la regulación de la altura de su proceso alveolar. Parece que en función del grado de alteración en los planos (sagital y vertical) y de la respuesta individual hay compensaciones dento-alveolares diferentes.

Hoeve y Mulie (1976) realizaron un estudio en adolescentes con laminografías de la sínfisis mandibular. Los resultados de su investigación mostraron que el contacto de los ápices radiculares con la cortical produce un estancamiento del movimiento dental y cuando se aplican fuerzas mayores se produce una perforación que puede llegar a comprometer a la dentición. En su trabajo, no se buscaron diferencias entre grupos con diferente angulación del plano mandibular.

Proffit y Ackerman (1982), presentaron un modelo teórico de las limitaciones en la corrección ortodóncica del incisivo inferior y superior en formas de tres círculos concéntricos: “envelopes of discrepancy”. La capa interna representa los límites del movimiento ortodóncico y la externa los límites que pueden ser conseguidos vía ortognática. La hipótesis de su trabajo afirmó que los dientes que eran colocados en sus límites anatómicos disminuían la aparición y severidad de fenómenos iatrogénicos.

Handelman (1996) evaluó la cortical lingual y labial a nivel del ápice del incisivo para determinar los límites del movimiento dentario en pacientes sin crecimiento. Utilizó radiografías cefalométricas de 107 adultos mayores de 19 años (30 hombres y 77 mujeres), y realizó mediciones para determinar el espesor del hueso alveolar anterior y posterior del ápice del incisivo de cada arco. Encontró un espesor alveolar delgado en labial y lingual del incisivo mandibular en los grupos clase I, II y III con ángulo alto SN.MP y en el grupo de clase III de ángulo promedio SN.MP. Espesores alveolares delgados fueron además encontrados en lingual del incisivo maxilar en la clase II de ángulo alto SN-MP. Concluyó que los movimientos ortodónticos podrían estar limitados en pacientes con hueso alveolar delgado y podrían experimentar una mayor secuela iatrogénica.

Li JL, Li XB, Li JY, Qiao y Peng (2008) estudiaron la asociación del espesor alveolar mandibular anterior y los tipos esqueléticos faciales verticales y sagitales. Estudiaron 168

pacientes de China con maloclusión en dentición permanente temprana (93 hombres y 75 mujeres) entre 10 y 14 años divididos en 9 grupos según tipo esquelético facial y midieron el espesor alveolar mandibular anterior en radiografías cefalométricas laterales. Para calcular el tipo esquelético vertical utilizaron el FHI (Facial Height Index o S-Go/N-Me) y para el tipo sagital, el ángulo ANB. Para medir el espesor alveolar utilizaron una línea perpendicular desde el ápice radicular al límite externo de la cortical vestibular (espesor vestibular), a la cortical lingual (espesor lingual) y un espesor total que unía ambas corticales (espesor total). Utilizaron el análisis estadístico ANOVA y el programa estadístico SPSS 13.0. Encontraron que, aunque los tipos esqueléticos sagitales eran iguales entre ellos, había diferencias significativas entre los diferentes tipos esqueléticos verticales. El orden fue el grupo de ángulo bajo, el grupo de ángulo promedio y el grupo de ángulo alto en función del tamaño. Un individuo de ángulo alto, a menudo, tuvo un espesor alveolar anterior delgado, mientras que un individuo de ángulo bajo tuvo la morfología contraria. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tipos esqueléticos I, II y III; pero el grupo esquelético tipo III también tenía un espesor del hueso alveolar delgado que no tenía diferencia significativa con el grupo de ángulo alto. El grupo III de ángulo bajo no tuvo diferencias significativas con los grupos I y II de ángulo promedio en el espesor del hueso alveolar. Concluyeron que el tipo esquelético sagital tenía poca influencia en la morfología alveolar anterior, pero el tipo esquelético vertical tenía una fuerte conexión con el espesor anterior del hueso alveolar.

Kim, Cha, Yu y Hwang (2010) compararon el espesor óseo alveolar mandibular anterior en diferentes tipos esqueléticos faciales en una muestra de coreanos. El propósito fue determinar las diferencias del espesor alveolar óseo mandibular anterior y el área transversal de la sínfisis en los 9 tipos faciales horizontales (según ángulo ANB) y verticales (según ángulo SN.MP). Usaron radiografías cefalométricas iniciales de 270 pacientes adultos (135 hombres y 135 mujeres) mayores de 20 años para medir el espesor bucolingual del hueso alveolar anterior en la base del eje de la raíz y el área de la sección transversal de la sínfisis, se tomó en cuenta el porcentaje de aumento de la radiografía. Los puntos de referencia que utilizaron para medir el espesor alveolar fueron: A 2 mm de la unión cemento esmalte, a la mitad de la raíz y a 2 mm encima del ápice radicular del

incisivo. Encontraron que el grupo de ángulo alto mostró un espesor alveolar bucolingual significativamente más delgado excepto en el área de la unión cemento esmalte y en el espesor alveolar lingual ($p < 0.05$). El grupo de ángulo bajo clase I y el grupo de ángulo promedio clase II mostraron espesor alveolar similar o significativamente más ancho que el grupo de clase I promedio ($p < 0.05$). El grupo de ángulo promedio clase III mostró significativamente espesor alveolar bucolingual y lingual más delgado que los grupos de ángulo promedio clase I y II ($p < 0.05$). El grupo de ángulo alto clase III mostró el mínimo espesor alveolar en todos los tipos esqueléticos faciales. No se encontró diferencia significativa en el área de la sección transversal de la sínfisis de los diferentes tipos esqueléticos faciales verticales ($p > 0.05$). Concluyeron que los pacientes de ángulo alto clase III tienen el espesor alveolar anterior mandibular más delgado; y, es necesario prestar más atención a la posición de los incisivos mandibulares durante el tratamiento de ortodoncia de estos pacientes.

Swasty et al., (2011) estudiaron las diferencias en el espesor del hueso cortical mandibular usando CBCT en pacientes con diferente dimensión vertical facial. La muestra fue de 111 pacientes entre 10 y 65 años con 67 mujeres y 44 hombres en total, de los cuales 43 tenían una dimensión vertical facial promedio, 34 de dimensión vertical alta (cara larga) y 34 de dimensión vertical baja (cara corta cuadrada); no se consideró la relación molar ni clase esquelética sagital. Para determinar las categorías se utilizaron dos medidas: FHI (facial height index) y SN.GoMe. Se realizaron cortes seccionales tomográficos para evaluar el hueso cortical entre los dientes en 13 sitios. Cada sección fue medida en 8 sitios, que incluyó 1 altura, 2 anchos y 5 de espesores corticales (2 bucales, dos linguales y 1 de la base que incluyó los dientes incisivo lateral, canino, primera premolar, segunda, primera y segunda molar). Se utilizó el análisis ANOVA y posthoc Bonferroni con una significancia $p \leq 0.0167$. Los resultados fueron que el grupo de cara larga tuvo un hueso cortical ligeramente más angosto que los otros dos grupos en algunos sitios de la mandíbula. La altura ósea en el corte seccional del área de la mandíbula en el grupo cara larga fue más corta en la parte posterior que en los otros dos grupos y se volvió mayor hacia la sínfisis. La conclusión fue que la altura y el ancho mandibular difieren más que el espesor del hueso

cortical entre los 3 grupos con diferente dimensión vertical, pero se observaron diferencias estadísticamente significativas en algunos sitios.

Wang, Fang, Fan y Mao (2012) describieron el espesor alveolar anterior mandibular de pacientes adultos de China con clase III esquelética en tomografía cone beam. Los sujetos fueron seleccionados de pacientes adultos que buscaban tratamiento de ortodoncia. Incluyeron 64 pacientes con diagnóstico de maloclusión esquelética Clase I (grupo clase I) y 66 pacientes con maloclusión esquelética Clase III (grupo clase III). Ambos grupos, clase I y clase III, fueron divididos en 3 divisiones cada uno según los diferentes tipos faciales verticales. Para calcular el tipo esquelético sagital se midió el ángulo ANB; y para el tipo vertical, usaron el ángulo SN.MP y el FHI (Facial Height Index). El incisivo central mandibular izquierdo fue elegido para la medición. Se realizaron las mediciones: labial (L1), lingual (L2) y total (L0) de ambos grupos clase I y III, con el grupo de clase I como grupo control. Los datos se procesaron con el programa SAS8.02. Encontraron que L1 ($p < 0.05$), L2 ($p < 0.01$) y L0 ($p < 0.01$) del grupo clase III eran más delgados que los del grupo clase I. L1 del grupo clase III de ángulo alto era más delgado que los grupos de ángulo promedio ($p < 0.01$) y ángulo bajo ($p < 0.01$); L2 del grupo clase III de ángulo promedio era más delgado que el grupo de ángulo bajo ($p < 0.01$) y más grueso que el de ángulo alto ($p < 0.05$); L0 del grupo clase III ángulo bajo era más grueso que el grupo de ángulo promedio ($p < 0.01$), el que era más grueso que el grupo de ángulo alto ($p < 0.01$). L1 (labial) del grupo clase III con diferentes tipos faciales verticales era más grueso que L2 (lingual) ($p < 0.01$). Concluyeron que el grupo esquelético clase III exhibe espesor alveolar más delgado alrededor de los ápices de los incisivos mandibulares en comparación con el grupo clase I, con una fuerte conexión con los diferentes tipos faciales verticales. Los ápices radiculares de los dientes anteriores mandibulares de la clase III esquelética están situados más cerca del hueso cortical labial que del hueso cortical lingual. Es necesario conocer el espesor alveolar anterior mandibular de pacientes adultos con Clase III esquelética antes de realizar el camuflaje ortodóntico o el tratamiento quirúrgico-ortodóntico. El camuflaje ortodóntico puede no ser una alternativa terapéutica razonable para estos pacientes.

Enhos et al., (2012) evaluaron la presencia de dehiscencias y fenestraciones en pacientes con diferentes patrones de crecimiento vertical empleando tomografía cone beam. La muestra fue de 78 TCCB de pacientes turcos entre 20 y 36 años, haciendo un total de 1872 dientes en 26 pacientes hiperdivergentes (edad media 24.4 ± 4.8 años), 27 hipodivergentes (edad media 25.1 ± 4.5 años), y 25 normodivergentes (edad media 23.6 ± 4.1 años), clasificados según el ángulo SN.MP, sin tratamiento ortodóntico previo. Se evaluaron los cortes axial y sagital para ver si existían o no dehiscencias y fenestraciones en las superficies bucal y lingual. Para el análisis estadístico se empleó la prueba chi cuadrado a un nivel de significancia $p < .05$. Los resultados fueron que el grupo hipodivergente (6.56%) tuvo menor prevalencia de dehiscencias que los grupos hiperdivergente (8.35%) y normodivergente (8.18%) con un $p = 0.04$. Altas prevalencias de dehiscencias y fenestraciones fueron encontradas en el lado bucal en todos los patrones de crecimiento vertical. Mientras que las fenestraciones fueron comúnmente encontradas en la región alveolar maxilar a nivel de primeros premolares (hiperdivergente: 29.85%; normodivergente: 43.39%; e hipodivergente: 38.66%), las dehiscencias fueron comúnmente encontradas en la mandíbula en todos los grupos a nivel de incisivos centrales (hiperdivergente: 25.69%; normodivergente: 25%; e hipodivergente 30.55%). Concluyeron que, aunque la prevalencia de fenestraciones fue diferente, diferencias significativas para las dehiscencias fueron encontradas en pacientes con diferente patrón de crecimiento vertical.

Esenlik y Sabuncuoglu (2012) evaluaron las características del hueso alveolar y de la sínfisis en sujetos turcos clase II división 1 con diferente patrón de crecimiento vertical. Emplearon radiografías cefalométricas laterales pretratamiento de 111 mujeres jóvenes adultas, (edad media de 16.78 años) clase II división 1, con mandíbula retruída y perfil convexo, y las compararon con 54 radiografías de sujetos clase I (grupo control, edad media de 17.4 años con ANB y overjet normales, y oclusión aceptable). Los casos clase II fueron divididos en hiperdivergente ($n=58$), hipodivergente ($n=19$) y normodivergente ($n=34$) según el ángulo GoGn.SN. Las alturas y anchos alveolares y sinfisiarios, así como la profundidad del paladar fueron medidos utilizando trazados manuales. Entre las mediciones realizadas estuvieron: altura y ancho (a nivel de pogonion) de la sínfisis,

profundidad del paladar, alturas alveolares de incisivos y molares maxilares y mandibulares; el ancho de la sínfisis se midió a nivel del punto B (B-B') y a nivel de la unión cemento esmalte del incisivo central inferior (Id-Id'). El resultado fue que el ancho de la sínfisis (a nivel de pogonion) fue mayor en el grupo hipodivergente clase II que en los otros grupos, mientras que la altura de la sínfisis fue similar en todos los grupos. La profundidad del paladar, ángulo del incisivo superior, altura alveolar de la molar superior e inferior, el ancho Id-Id' y el ancho B-B' fue similar en todos los grupos. El ángulo del incisivo inferior fue mayor en todos los subgrupos de la clase II división 1 que en la clase I (el máximo incremento fue en el grupo hipodivergente). Se concluyó que el ancho de la sínfisis es un factor importante en el diagnóstico diferencial de la clase II división 1 más que la altura de la sínfisis, y que el grupo hipodivergente clase II división 1 tiene cualidades más apropiadas para movimientos del incisivo mandibular.

Gama, Vedovello, Filho, Lucato y Junior (2012) evaluaron el espesor del proceso alveolar del incisivo mandibular y su correlación con los patrones esqueléticos faciales mesofacial, braquifacial y dolicofacial con las maloclusiones clase I, II y III, y su dependencia con la edad en una muestra brasilera. Utilizaron 135 radiografías cefalométricas laterales de sujetos de ambos sexos entre 11 años 11 meses y 36 años, obteniendo al final 9 grupos de 15 sujetos en cada uno según el patrón de crecimiento y maloclusión. Para la clasificación del patrón facial utilizaron el ángulo FMA y SN.GoGn; y para la maloclusión, el ángulo ANB y el valor lineal de AO-BO. Los puntos de referencia que utilizaron para las mediciones de espesor alveolar fueron a nivel cervical, medio y apical del incisivo mandibular en posición más adelantada, obteniendo una medida total (vestíbulo lingual), vestibular y lingual por cada nivel. Los resultados fueron que no hubo influencia del patrón facial o maloclusión en el espesor lingual a nivel medio y apical ($p>0.05$). Sin embargo, el patrón facial fue determinante para el espesor total a nivel cervical (solo para clases I y III) y los espesores vestibulares a nivel medio y apical. El tipo de maloclusión fue determinante para el espesor a nivel cervical y los tipos faciales braquifacial y dólicofacial de la clase III presentaron valores más altos que las otras clases. Además, el patrón braquifacial de la clase I presentó los valores más altos de espesor vestibular apical que las otras clases. Concluyeron que no hubo una correlación

significativa entre el espesor del proceso alveolar mandibular de la sínfisis mandibular con la maloclusión o la edad, y que hubo una correlación negativa entre el patrón facial y el espesor alveolar, ya que el mayor espesor lo tuvieron los patrones braquifacial (clase I, II y III) y mesofacial clase II, mientras el patrón dólicofacial mostró los menores valores.

Baysal, Ucar, Buyuk, Ozer y Uysal (2013) estudiaron el espesor alveolar y posición del incisivo inferior en pacientes turcos de clase esquelética I y II (hiper y normodivergentes) mediante tomografía cone beam (CBCT). La muestra consistió en 79 tomografías divididas en dos grupos: clase I (41 tomografías, edad media de 18.52 ± 5.01) y clase II (38 tomografías, edad media de 16.62 ± 4.91), que luego fueron subdivididos en los subgrupos hiper y normodivergentes cada uno. La clasificación se hizo según el ángulo ANB, para clase esquelética sagital, y SN.GoGn, para clase esquelética vertical. Se realizaron 6 mediciones angulares y 6 mediciones lineales. Para la comparación estadística se utilizó el t-test, Kruskal–Wallis, y post-hoc de Dunn. Los resultados fueron que el espesor alveolar labial fue significativamente mayor en el grupo clase I que el grupo clase II ($p=0.003$). El ángulo alveolar lingual ($p=0.004$), protrusión ($p=0.007$) y proinclinación del incisivo inferior (IMPA) ($p=0.046$) fueron mayores en la clase II normodivergente. El hueso esponjoso fue más delgado ($p=0.016$) y el ápice radicular estuvo más cerca de la corteza labial en los subgrupos hiperdivergentes que el grupo clase II normodivergente ($p=0.004$). La conclusión fue que el hueso mandibular anterior y la posición del incisivo inferior fue diferente entre los pacientes normo e hiperdivergentes clase II. El rango del movimiento en pacientes clase II hiperdivergentes es limitado en comparación con la clase II normodivergentes.

Molina, Llopis, Flores y Puigdollers (2013) compararon la compensación dentoalveolar del incisivo inferior y la morfología de la sínfisis en pacientes españoles clase I y III con diferentes patrones esqueléticos verticales faciales. Midieron la extrusión e inclinación del incisivo inferior, la posición del incisivo con el ángulo IMPA, así como la cortical bucal (LA), cortical lingual (LP), y la altura de la sínfisis (LH) en 107 radiografías cefalométricas de pacientes adultos entre 18 y 45 años sin tratamiento ortodóntico previo; se hizo una calibración de los rayos x con el programa NemoCeph para compensar la magnificación y se hicieron trazados manuales. Se consideró el tipo de maloclusión (clase I $n=45$ y clase III

n=62), empleando el ángulo ANB y Wits, y el patrón esquelético vertical facial, empleando el plano mandibular GoGn.SN. Las variables fueron reducidas por un análisis de componentes principales (PCA) y se utilizó una ecuación de regresión simple y análisis de varianza. Los resultados fueron que el IMPA ($p<.001$) y extrusión ($p=.03$) mostraron diferencias significativas entre los grupos de maloclusión sagital. Entre los subgrupos de la clase III, no hubo diferencias significativas para el IMPA ($p=.31$) pero sí para extrusión ($p=.05$). Las variaciones en el plano mandibular tienen una correlación negativa con LA (clase I $p=.03$ y clase III $p=.01$) y una correlación positiva con LH (clase I $p=.01$ y clase III $p=.02$) en ambos grupos. En el grupo III hubo una correlación negativa entre el plano mandibular y LP ($p=.02$). PCA mostró que la tendencia a cara larga es la causa de una sínfisis elongada y angosta. En la clase III, un alveolo angosto fue encontrado incluso en caras promedio. Se concluyó que el patrón vertical facial es un factor significativo en la morfología alveolar de la sínfisis mandibular y la posición del incisivo inferior en pacientes clase I y III. Los pacientes clase III cara corta (short-faced) tienen un mayor espesor de hueso alveolar. Por otro lado, para los pacientes clase III cara larga (long faced) y promedio (normal-faced), la compensación natural elonga la sínfisis e influye en la posición del incisivo inferior.

Sadek, Sabet y Hassan (2014) estudiaron las diferencias en las dimensiones alveolares y esqueléticas entre sujetos egipcios con diferente dimensión vertical facial utilizando CBCT (tomografía cone beam). Se seleccionaron 45 tomografías para el estudio de pacientes entre 18 y 30 años, de los cuales 17 fueron de dimensión vertical facial promedio, 13 de dimensión vertical facial alta y 15 de dimensión vertical facial baja. Las categorías fueron determinados empleando las mediciones cefalométricas de FHI (face height index o S-Go/N-Me) y SN.GoMe en cefalogramas laterales sintetizados de la CBCT, los pacientes debían pertenecer a una sola categoría para ser incluidos. Se utilizaron los programas iCATVision, para las mediciones de altura y espesor alveolar y AutoCAD para las mediciones de los límites anatómicos del movimiento labiolingual del incisivo. Las mediciones que se realizaron fueron: altura dentoalveolar, distancia del ápice al plano palatino/mandibular, espesor alveolar total a la mitad de la raíz, espesor alveolar total a nivel del ápice, espesor alveolar vestibular y lingual a nivel de mitad de raíz y ápice, y

mediciones de los límites anatómicos del movimiento labiolingual de los incisivos en ángulos y milímetros. Para analizar los resultados se emplearon las pruebas estadísticas Kruskal-Wallis, Mann-Whitney y Bonferroni. Los resultados fueron que el grupo de ángulo alto, comparado con los otros dos grupos, presentó una altura dentoalveolar más larga sin diferencias significativas en la zona posterior, en la maxila y mandíbula. Además, el grupo de ángulo alto presentó un espesor alveolar más delgado en la zona anterior de la maxila y en casi todos los sitios de la mandíbula. El grupo de ángulo bajo presentó valores más altos para algunas mediciones de los límites anatómicos labiolinguales del movimiento para todos los incisivos superiores e inferiores. Las limitaciones de la investigación fueron la resolución de las imágenes y el tamaño de la muestra. Se concluyó que existe una relación estadísticamente significativa entre el tipo facial y la altura y espesor alveolares. Los pacientes de ángulo alto podrían tener un mayor riesgo en el movimiento de los incisivos más allá del hueso alveolar de soporte cuando son sometidos a movimientos anteroposteriores.

Lombardo, Berveglieri, Spena y Siciliani (2016) hicieron una evaluación cuantitativa de la premaxila y sínfisis en maloclusiones clase I y III en los tres tipos faciales empleando tomografía cone beam (CBCT) en una muestra italiana. Para hacer la comparación entre ambos grupos realizaron las siguientes mediciones: inclinación del incisivo, morfología de la sínfisis, morfología del proceso alveolar superior, espacio libre para el movimiento del incisivo en la sínfisis y maxila, espesor alveolar anterior y posterior maxilar y mandibular en varios puntos bajo la unión cemento esmalte (a 1 mm de la UCE, a 2/3 de la raíz y a nivel del ápice, y 1, 3 y 5 mm de la cresta ósea). Se emplearon 62 tomografías (41 hombres y 21 mujeres) de pacientes entre 11 y 53 años (promedio 23.26). Se evaluaron las relaciones dentoesqueletales, mediante el ángulo ANB y el ángulo FMA, y la morfología (espesor) del proceso alveolar en cortes axiales del maxilar y la mandíbula. La muestra quedó subdividida en clase I (n=36 con 19 tipo mesofacial, 5 tipo dolicofacial y 12 tipo braquifacial) y clase III (n=26 con 10 tipo mesofacial, 7 tipo dolicofacial y 9 tipo braquifacial). Se empleó la prueba t de Student para la comparación de la clase I y III entre los diferentes tipos faciales. Los resultados fueron que encontraron varias diferencias significativas en las mediciones entre la clase I y III en términos de inclinación del diente,

espesor alveolar y espacio libre. Entre ellos, el grupo braquifacial mostró una distancia mayor entre el ápice del incisivo lateral izquierdo en la corteza interna y externa en la clase I que en la clase III; la sínfisis tuvo mayor espesor en el grupo clase I que la clase III; en el grupo braquifacial el espesor del hueso alveolar a nivel apical del incisivo central superior derecho fue mayor en la clase I que en la clase III. Se concluyó que la clase III tiene un soporte periodontal pequeño a nivel de incisivos superiores e inferiores, independientemente de la cantidad de espacio libre disponible en la sínfisis, y los movimientos dentarios deben ser cuidadosamente planificados y monitorizados.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La posición e inclinación del incisivo inferior es el punto de partida para la planificación ortodóncica ya que alcanzar una posición estable es un objetivo de tratamiento. La sínfisis mandibular es el factor anatómico que limita el movimiento de los incisivos y, por consiguiente, su morfología y dimensiones tienen un impacto sobre el diagnóstico y el plan de tratamiento. Es fundamental conocer el grado de compensación que tiene el incisivo inferior y el tamaño de la sínfisis como condicionante de las metas a planificar.

La mordida abierta y la sobremordida profunda son los problemas muy comunes y difíciles de tratar en ortodoncia de manera exitosa, si no se realiza un correcto diagnóstico es muy frecuente su recidiva. Los diferentes patrones de crecimiento vertical afectan la posición e inclinación dental, así como otras relaciones esqueléticas.

Son pocos los autores que traducen los datos de una telerradiografía para obtener los límites de movimiento de los tratamientos; mientras que otros justifican el movimiento dental ilimitado. Faltan datos objetivos de investigaciones que evidencien las secuelas de traspasar las barreras biológicas.

Existe un número importante de pacientes de clase II y III con diferentes patrones verticales que necesitan tratamiento de ortodoncia. Esto justifica un estudio comparativo de la posición del incisivo inferior y de las dimensiones de la sínfisis mandibular en una muestra de pacientes adultos de clase I, II y III esquelética con diferentes patrones

verticales, que nos permita observar la interrelación entre las compensaciones dentoalveolares y el patrón esquelético.

Cualquier cambio por compensación preortodóncica en la posición del incisivo y en su remodelado alveolar afecta a las dimensiones de la sínfisis y al movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia.

1.7 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo como referentes los estudios presentados en los antecedentes, se pretende conocer el comportamiento de las variables cefalométricas de estudio en el marco de los pacientes atendidos en la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá. Surgen las siguientes interrogantes:

¿Existe concordancia en el diagnóstico de la relación esquelética maxilomandibular entre el ángulo ANB, y la proyección Wits en pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013?

¿Existen diferencias significativas cuando se compara la inclinación axial del incisivo mandibular en pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013?

¿Existen diferencias significativas cuando se compara la extrusión del incisivo mandibular en pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013?

¿Existen diferencias significativas cuando se compara el tamaño de la sínfisis mandibular en pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013?

¿Existe una relación lineal que pueda explicar el comportamiento de las variables dependientes en función de las predictoras en pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años

con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013?

1.8 ALCANCE Y LIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los resultados encontrados en este estudio son aplicables para los pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años con diferentes patrones esqueléticos faciales sagitales y verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá.

La población panameña es un crisol de razas como resultado de sus circunstancias históricas y por su posición geográfica. A nuestros pacientes les aplicamos, como normas de referencia, valores obtenidos en estudios de otras poblaciones muy diferentes a la nuestra.

Recomendamos estudios con muestras más amplias, con ayuda de software para el manejo de datos y un mayor presupuesto para poder permear o extrapolar los resultados al resto de la población.

Las principales limitaciones de la investigación fueron los recursos limitados, no contar con registros digitales lo que limita la calidad de la imagen radiográfica. La distorsión de las imágenes producto de la divergencia del rayo X de las radiografías cefalométricas.

1.9 DEFINICIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis nulas (H_0) e Hipótesis alternativas (H_1)

H_0 (1) No existen diferencias en las medias de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y las dimensiones de la sínfisis de los pacientes con maloclusiones sagitales de Clase I, II y III con un 95% de confiabilidad.

H_1 (1) Al menos una de las medias de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y las dimensiones de la sínfisis en los pacientes con maloclusiones sagitales de Clase I, II y III es diferente con un 95% de confiabilidad.

H_0 (2) No existen diferencias en las medias de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y las dimensiones de la sínfisis en los pacientes con patrones verticales hipodivergentes, normodivergentes e hiperdivergentes con un 95% de confiabilidad.

H_1 (2) Al menos una de las medias de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y las dimensiones de la sínfisis en los pacientes con patrones verticales hipodivergentes, normodivergentes e hiperdivergentes es diferente con un 95% de confiabilidad.

H_0 (3) La variabilidad de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y las dimensiones de la sínfisis de los pacientes con maloclusiones sagitales de Clase I, II y III se puede predecir por su media. ($H_0: b=0$)

H_1 (3) La variabilidad de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y las dimensiones de la sínfisis de los pacientes con maloclusiones sagitales de Clase I, II y III no se puede predecir por su media. ($H_1: b \neq 0$)

H_0 (4) La variabilidad de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y las dimensiones de la sínfisis de los pacientes con patrones verticales hipodivergentes, normodivergentes e hiperdivergentes se puede predecir por su media. ($H_0: b=0$)

H_1 (4) La variabilidad de la extrusión e inclinación del incisivo inferior y las dimensiones de la sínfisis de los pacientes con patrones verticales hipodivergentes, normodivergentes e hiperdivergentes no se puede predecir por su media. ($H_1: b \neq 0$)

1.10 OBJETIVOS

1.10.1 Objetivo General

Determinar cuál es la relación que existe entre la extrusión e inclinación del incisivo inferior y el tamaño de la sínfisis mandibular con respecto a la relación esquelética y al patrón facial vertical en pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013.

1.10.2 Objetivos Específicos

1. Comparar la inclinación axial (posición) del incisivo inferior según la maloclusión esquelética sagital (Clase I, II o III) y el patrón facial vertical (hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente).
2. Comparar la posición vertical (extrusión) del incisivo inferior según la maloclusión esquelética sagital (Clase I, II o III) y el patrón facial vertical (hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente).
3. Comparar la longitud sagital de la sínfisis en función de la maloclusión esquelética sagital (Clase I, II o III) y el patrón facial vertical (hipodivergente, normodivergente e hipodivergente).
4. Determinar la relación esquelética sagital en los trazados cefalométricos según el ángulo ANB.
5. Determinar la relación esquelética en los trazados cefalométricos según la proyección Wits.
6. Realizar la prueba Kappa de Cohen para determinar la concordancia entre el diagnóstico de la clase esquelética.
7. Determinar la ecuación de la recta de mayor ajuste que explique la relación de las variables dependientes en función de las variables independientes tanto en el plano sagital como en el plano vertical.
8. Realizar la prueba de Tukey-Kramer para ANOVA desbalanceados y determinar diferencias estadísticamente significativas,

CAPÍTULO SEGUNDO

MARCO TEÓRICO

2.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRÁNEOFACIAL

El desarrollo de la cara y la cavidad bucal comprende una serie dinámica de hechos que comienzan durante el segundo mes de vida intrauterina; su origen es de gran complejidad a partir de diferentes centros de crecimiento, cuya forma característica y función están influidas por múltiples factores. Los primeros sitios de crecimiento de la cara y el cráneo son los bordes libres de las superficies óseas, las suturas, las sincondrosis y el cóndilo mandibular. En el área craneofacial, existen zonas que parecen tener su propio potencial de crecimiento intrínseco, incluyendo las sincondrosis esfenotmoidal y el septum nasal. Además, la mayor parte del crecimiento de los huesos de la cara se produce en respuesta a los tejidos blandos adyacentes y a la demanda funcional que se produce en el hueso subyacente (Chimenos, 1998 y Hamilton, 1973).

La dirección general del desplazamiento de la cara es hacia abajo y adelante. Tanto el maxilar como la mandíbula parecen crecer por aposición y resorción de hueso en estas dos direcciones. Enlow (citado en Chimenos, 1998) describe este fenómeno como “relación zonal”, con un agrandamiento maxilomandibular dirigido hacia abajo y adelante como una V en expansión. La dirección y cantidad de crecimiento caracteriza un patrón de crecimiento individual y las alteraciones del patrón o de la proporción en que este se produce pueden conducir a una morfología esquelética anormal de la cara y a una maloclusión asociada (Plavcan, 1995 y Thilander, 1995).

El crecimiento craneofacial está controlado por cuatro elementos, de cuyo equilibrio va a depender que este se realice de una manera armónica y equilibrada o si existe un mayor predominio de alguno de ellos, se genere una displasia esquelética. Dos de estos elementos son anteriores: el maxilar y el cuerpo de la mandíbula en su crecimiento vertical y sagital. Los otros dos son posteriores: el cóndilo mandibular y la rama ascendente de la mandíbula. Si los elementos anteriores y posteriores actúan en equilibrio, el vector de crecimiento será hacia abajo y adelante con una dirección paralela al eje facial; si predominan los elementos

anteriores verticales, el patrón de crecimiento será dólicofacial. Si los que imperan son los anteriores sagitales, se tiende a producir un retrognatismo mandibular, por el predominio anterior del maxilar y déficit del crecimiento condilar. Cuando el predominio es de los elementos posteriores, el crecimiento tiene una dirección horizontal y se puede producir un prognatismo mandibular.

Los resultados de la estimulación de cartílagos secundarios en ratas fueron confirmados en monos por Graber y McNamara (Graber, 1975 y McNamara, McNamara Jr, Connelly y McBride, 1975). Petrovic y Stutzman (citado en Graber, Rakosi y Petrovic, 1998) destacan que a diferencia de los cartílagos primarios, en los cuales las células que se dividen son los condroblastos, rodeados por una matriz cartilaginosa que los aísla de aquellos factores locales que pueden limitar o estimular el crecimiento cartilaginoso, en cartílagos secundarios existentes en el cóndilo mandibular, apófisis coronoides y en la sínfisis mandibular, las células que se dividen son los precondroblastos que no están rodeados por una matriz cartilaginosa y no están aisladas de las influencias de los factores locales. De ahí se explica en cierta forma, el comportamiento del cóndilo mandibular, en el cual los factores extrínsecos locales, como la aparatología ortopédica, pueden modificar la velocidad y cantidad de crecimiento del cartílago.

2.1.1 LA MANDÍBULA

Está formada por tres partes principales: el cuerpo, el proceso alveolar y las ramas. En el neonato el cuerpo está mal definido, el proceso alveolar está apenas presente, las ramas son proporcionalmente cortas y los cóndilos todavía no se han desarrollado. El crecimiento de la sínfisis continúa para aumentar el ancho de la mandíbula, y ya para el segundo año de vida se ha realizado la sinostosis. El crecimiento en la región condilar continúa y desempeña un papel importante en el desarrollo mandibular. Por su parte, los procesos alveolares no se forman hasta que los dientes comienzan a desarrollarse y erupcionan.

Los movimientos de crecimiento de la mandíbula en general son complementados por cambios en el maxilar, de manera que a medida que el cuerpo del maxilar desciende durante el crecimiento, el arco mandibular es desplazado hacia abajo junto con la elongación vertical de la rama mandibular. Tanto el maxilar como la mandíbula crecen en una variedad

compleja de variaciones regionales, pero su curso predominante es hacia atrás y arriba, cuyo desplazamiento tiene lugar en forma opuesta hacia delante y abajo. El curso hacia atrás de agrandamiento maxilar es producido por depósitos progresivos en superficie sobre la tuberosidad maxilar, aumentando las dimensiones en sentido anteroposterior (Moyers, 1976).

El crecimiento mandibular ocurre en los tres planos del espacio y ha sido comparado con el de los huesos largos debido a que en él intervienen los dos tipos de osificación: intramembranosa y endocondral, a lo cual se agrega el proceso de remodelado óseo. No obstante, su crecimiento es más complejo debido a que en el interior del cuerpo mandibular crecen los elementos dentarios.

La región anterior de mandíbula se relaciona con importantes condiciones anatómicas que permiten la función y la adecuada armonía facial. La inserción de músculos y la posición del labio inferior son claves en esta zona, así como también las condiciones dentarias relacionadas (Olate, Cantín, Vásquez, Del Sol y Morales, 2014).

2.1.1.1 LA MANDÍBULA PRENATAL

La primera estructura que se desarrolla en la región de la mandíbula es la rama mandibular del nervio trigémino. El origen embrionario de la mandíbula se encuentra en el primer arco faríngeo, conocido como arco mandibular. Cada arco dará origen a un proceso maxilar y mandibular de un lado de la cara (Canut, 1988; Enlow, 1992; Moyers, 1992 y Proffit, 1996).

El cartílago del primer arco es el cartílago de Meckel, este cartílago adopta una forma de barra que se extiende desde cerca de la línea media del arco mandibular hacia atrás, hasta la cápsula ótica, donde los dos elementos posteriores se convierten más tarde en los huesos yunque y martillo del oído medio; el pericondrio constituirá el ligamento esfenomandibular (Moyers, 1992).

En la línea media los cartílagos no se fusionan, quedando una delgada banda de tejido mesenquimático entre ellos (Ten, 1986).

El cartílago de Meckel corresponde a un tutor que guía la morfogénesis mandibular y que desaparece a medida que la mandíbula se desarrolla alrededor de él. En la sexta semana

de vida intrauterina, en la cara lateral del cartílago hay una condensación de mesénquima en el ángulo formado por la división del nervio alveolar inferior y su rama incisiva y mentoniana. Durante la séptima semana comienza la osificación intramembranosa en dicha condensación, transformándose este punto, en un sitio de osteogénesis inicial (Ten, 1986).

En esta zona se encuentra lo que se conoce con el nombre de Cartílago Sinfisial, el que une las dos mitades de la mandíbula y sirve como un sitio de crecimiento hasta el primer año de nacimiento, tiempo en el cual termina su osificación (Moyers, 1992).

En la parte posterior del proceso mandibular, y a lo largo del borde lateral del cartílago se forma una canaleta que luego se convierte en conducto y que contiene al nervio alveolar inferior. Esta osificación avanza hasta donde se produce la bifurcación del nervio mandibular, dando origen al nervio mandibular y lingual respectivamente. A partir de este canal óseo, que se extiende desde el punto antes mencionado hacia la línea media, se desarrollan en relación con los gérmenes dentarios en formación, las tablas óseas externa e interna. Dichos gérmenes se alojan en una depresión secundaria del hueso, la que, con posterioridad, se segmenta. Cada germen queda en un compartimiento individual, formándose finalmente el cuerpo de la mandíbula (Ten, 1986).

El cartílago condilar aparece durante la duodécima semana del desarrollo, ubicándose en la mayor parte de la rama en forma de zanahoria, se encuentra encerrado por el hueso en desarrollo de la parte posterior de la mandíbula. El cartílago condilar es transformado rápidamente en hueso, mediante osificación endocondral, excepto en su extremo proximal, donde forma una articulación con el hueso temporal en la fosa glenoidea. Esta cabeza cartilaginosa, encerrada en una cubierta fibrosa que se continúa con la cápsula articular, persiste y funciona como un centro de crecimiento epifisiario, hasta más o menos los 25 años de vida (Moyers, 1992 y Ten, 1986).

El cartílago de Meckel se reabsorbe gradualmente y es reemplazado por una extensión de la osificación del hueso membranoso que está alrededor de él. Se cree actualmente que la parte anterior del cartílago de Meckel participa en la formación de la sínfisis mandibular mientras para la posterior, sirve como una guía morfológica (un esqueleto cartilaginoso) para la mandíbula embriológica y desaparece cerca de la semana 24 (Kjaer, 1975).

Alrededor de la séptima semana aparecen unas condensaciones mesenquimales en el futuro sitio del cóndilo mandibular, que pronto se convertirán en cartílago secundario.

Según Petrovic (citado en McNamara, 1984) el cartílago secundario tiene particularidades histológicas, como son la presencia de esqueletoblastos, células localizadas debajo de la capa más superficial o cápsula fibrosa, que junto con los precondroblastos constituyen la zona de crecimiento y que no son aptos para producir matriz cartilaginosa, lo cual los hace sensibles para ser modificados por fuerzas mecánicas. Igualmente, él en su teoría del servosistema afirma que la mandíbula responde, a través del cóndilo como un sitio de crecimiento secundario, al crecimiento del maxilar superior alcanzándolo a través de la oclusión, lo que él denomina, el comparador periférico.

En la sínfisis mandibular se ha detectado la presencia tanto de cartílago secundario como de cartílago de Meckel.

2.1.1.2 LA MANDÍBULA POSTNATAL

La mandíbula crece por actividad cartilaginosa y endostal-periostal. Existen dos zonas de crecimiento cartilaginoso: la sínfisis mandibular, y el cóndilo mandibular. Estos cartílagos son secundarios y se desarrollan una vez que el cartílago de Meckel ha sido reemplazado por osificación intramembranosa (Canut, 1988).

El crecimiento periostal-endostal cumple una función relevante en el crecimiento mandibular, ya que cambia el tamaño y la forma, tanto de la rama como del cuerpo, a lo largo del desarrollo. En la mandíbula el crecimiento de la cabeza condílea aumenta el tamaño del propio hueso y provoca que, por la actividad proliferativa, ella tienda igualmente a desplazarse hacia delante y abajo siguiendo la misma pauta de crecimiento del maxilar. El cóndilo no determina como crece la mandíbula, es la mandíbula la que determina como crece el cóndilo, a través de su función articular.

En cuanto a la rama mandibular se nota en las zonas de inserción muscular un papel importante en el remodelamiento local y en el desplazamiento cortical que acompaña al desplazamiento mandibular hacia abajo y adelante. En los procesos coronoideos y regiones goniacas, existe una diferenciación por completo en respuesta al desarrollo y función de los músculos que allí se insertan. Los aumentos en la altura de la rama se correlacionan

bien con la longitud del cuerpo y la longitud mandibular total, y los periodos de crecimiento acelerado coinciden aproximadamente con los aumentos en la estatura (Moyers, 1992)

La altura mandibular anterior (cuerpo) está relacionada con el desarrollo dentario y el crecimiento total de la mandíbula hacia abajo y adelante. Por consiguiente, está muy relacionado con el tipo facial (Moyers, 1992).

Los aumentos en el ancho mandibular son adquiridos de modo más equilibrado que los de la longitud o altura total.

Björk ha comprobado que el crecimiento máximo de los maxilares, desplazándose hacia delante y abajo con respecto a la base de cráneo, se produce unos meses después que el brote puberal máximo del crecimiento somático en altura; el crecimiento mandibular continúa aún dos años después del cese del crecimiento del maxilar (Canut, 1988).

Los principales sitios de crecimiento mandibular postnatal son el cartílago condilar, los bordes posteriores de la rama y los rebordes alveolares. Estos sitios son de aposición ósea y llevan a cabo el logro en altura, anchura y longitud mandibular. Sin embargo, hay numerosas zonas de modelación que están sujetas a influencias locales funcionales que involucran reabsorción selectiva y desplazamiento de elementos mandibulares individuales.

2.1.1.3 CRECIMIENTO SAGITAL

La protuberancia del mentón es formada por la aposición ósea durante la niñez y es acentuada por la reabsorción ósea en la región alveolar, creando la concavidad supramentonera conocida como punto B. El crecimiento del cuerpo mandibular es menos activo que el de la rama, pero igual participa en el modelamiento total de la mandíbula (Canut, 1988).

La rama mandibular crece en sentido anteroposterior, debido a la aposición ósea a lo largo del borde posterior y la resorción concomitante en el borde anterior. El grado de aposición es mayor que la resorción, lo que posibilita que la rama aumente su diámetro anteroposterior o su anchura.

El crecimiento en longitud del cuerpo de la mandíbula tiene como consecuencia la creación de un espacio de acomodación de los dientes en desarrollo, que les permite durante

la erupción ocupar el lugar correspondiente en el arco. El cuerpo crece en longitud como resultado de la aposición en el borde posterior de la rama y la resorción en el borde anterior de esta al crecer la mandíbula hacia delante. La velocidad de crecimiento en longitud del cuerpo mandibular es mayor en la clase de mesioclusión y similar en las clases de neutrooclusión y distoclusión (Canut, 1988).

El desplazamiento hacia delante y abajo de la mandíbula sigue la curva de una espiral logarítmica y promueve el desplazamiento hacia delante del pogonion y un crecimiento vertical mayor.

El crecimiento del cartílago puede actuar como una matriz funcional que tensiona el periostio y lo induce al alargamiento y a la consiguiente formación ósea intramembranosa inferior. La formación de hueso dentro de la cabeza condilar causa que la rama mandibular crezca hacia arriba y hacia atrás, desplazando toda la mandíbula en una dirección opuesta, hacia delante y abajo.

El crecimiento del cartílago y su sustitución por hueso producen el crecimiento condilar, el cual ocurre en dirección hacia arriba y atrás, pero el hecho de que los cóndilos están apoyados en los tejidos retroarticulares y en el tubérculo retroarticular o posglenoideo impide el desplazamiento posterior; como consecuencia la mandíbula se dirige hacia abajo y adelante. El crecimiento condilar interviene en el aumento de los diámetros transversal, vertical y anteroposterior de la mandíbula (Enlow, 1992).

El cóndilo, en su crecimiento en V hacia atrás y arriba, y en su desplazamiento mediante el proceso de reubicación, hace que el hueso depositado primitivamente en él ocupe una posición en el cuello, que es mucho más estrecho transversalmente. Según el cóndilo crece, debe ser reducido en dirección al cuello. Los resultados de estudios cefalométricos seriados han permitido concluir que generalmente el prognatismo mandibular ocurre después de los 7 años, asociado a un decrecimiento en la inclinación del borde inferior de la mandíbula.

2.1.1.4 CRECIMIENTO VERTICAL

El crecimiento vertical se da principalmente por el crecimiento a nivel alveolar. Esto adiciona altura y grosor al cuerpo de la mandíbula. El hueso alveolar no se desarrolla si los dientes están ausentes y se reabsorbe en respuesta a la extracción dental. A medida que

erupción la dentición, ésta tiende a vestibularizarse produciendo ensanchamiento transversal del arco dentario, creando espacio para los dientes y manteniendo de esta forma el contacto con los dientes antagonistas (Enlow, 1990 y Sperber, 1989). En sentido vertical la apófisis alveolar crece con la erupción dentaria (Enlow, 1992).

En el recién nacido la rama mandibular es proporcionalmente corta en altura. Ella incrementa su tamaño por el crecimiento condilar. El patrón de remodelado óseo del cóndilo y del proceso coronoideo evita que al final del crecimiento la rama mandibular sea demasiado voluminosa.

2.1.1.5 ROTACIÓN MANDIBULAR

Björk y Skieller (1983) han descrito el proceso de rotación que puede sufrir la mandíbula en su desarrollo. Ellos diferencian, tanto en la antero-rotación como en la postero-rotación, tres componentes: rotación matricial, que es la que experimenta la mandíbula respecto a la base del cráneo; rotación intramatricial, es la debida a la remodelación del borde inferior de la mandíbula; y la rotación total, que es la resultante neta de las dos anteriores. La rotación mandibular es anterior cuando el cóndilo presenta una dirección de crecimiento hacia arriba y hacia delante, la sínfisis mandibular se desplaza hacia abajo y hacia delante, y la parte posterior de la mandíbula desciende más que la anterior (Björk, 1963). La rotación posterior se produce cuando existe un crecimiento condíleo hacia atrás y arriba y la sínfisis mandibular se desplaza hacia abajo y atrás provocando que la parte anterior de la mandíbula descienda más que la posterior (Björk, 1963).

2.1.1.6 LA SÍNFISIS MANDIBULAR

La sínfisis mentoniana es la región donde los huesos de las dos mitades de la mandíbula se encuentran en la línea media del mentón. Una sínfisis es definida como un tipo de articulación en la cual dos cartílagos opuestos bilateralmente están unidos firmemente, en el plano axial, por tejido fibrosos. En la superficie externa media de la sínfisis se observa un reborde tenue que se divide en la parte inferior y encierra una eminencia triangular, llamada protuberancia mentoniana, cuya base es deprimida en el centro y se eleva hacia los lados para formar el tubérculo mentoniano. Debajo de los incisivos se encuentra una

depresión, la fosa incisiva, sitio donde se inserta el músculo mentoniano y parte del orbicular de los labios.

La sínfisis mandibular tiene un crecimiento cartilaginoso y posibilita el desarrollo transversal hasta que se suelda definitivamente en un momento muy precoz del desarrollo, a los 8 meses de vida (Canut, 1992).

La morfología de la sínfisis mandibular sirve de referencia anatómica para la estética del perfil facial y es un determinante en la planificación de la posición de los incisivos durante la ortodoncia y la cirugía ortognática (Buschang, Julien, Sachdeva y Demirjian, 1992).

El hueso mandibular está fuertemente influido por la función masticatoria. El hueso responde activamente a las cargas o a las estimulaciones biomecánicas y se va remodelando. Se ha sugerido la influencia de otros muchos factores sobre la morfología y dimensiones de la sínfisis: las relaciones verticales entre las arcadas, la inclinación del incisivo inferior, la ausencia o presencia de contacto incisal, la dicotomía sexual y étnica. Al evaluar la morfología de la sínfisis en diferentes patrones faciales verticales encontramos patrones bien definidos (Gracco, Luca, Bongiorno y Siciliani, 2010).

Tipos faciales hipodivergentes: sínfisis gruesas; altura corta, gran profundidad, ratio pequeña (altura/profundidad), ángulo grande.

Tipos faciales hiperdivergentes: sínfisis delgadas y alargadas; altura grande, poca profundidad, ratio grande y ángulo pequeño.

En los estudios sobre la morfología de la sínfisis mandibular en los patrones sagitales, apenas se observan diferencias entre las maloclusiones. Sin embargo, esas leves variaciones en la sínfisis mandibular entre las diferentes maloclusiones sagitales pueden ser de importancia clínica porque usadas en combinación con otros datos cefalométricos y con predictores de crecimiento pueden ayudar durante el diagnóstico a identificar el patrón esquelético y la predicción del tamaño o la dirección de crecimiento.

Los cambios que se producen en la inclinación de los incisivos inferiores para compensar discrepancias esqueléticas en diferentes relaciones anteroposteriores pueden causar remodelado de la sínfisis mandibular, afectando a su morfología. La hipótesis sostiene que la inclinación de los incisivos inferiores puede afectar a la morfología de la

sínfisis durante el periodo de crecimiento. Durante ese periodo, la compensación dentoalveolar sucede como resultado de la discrepancia anteroposterior entre las arcadas se debe reflejar en la morfología y dimensiones de la sínfisis (Al-Khateeb, Al Maaitah, Alhaija y Badran, 1998).

Parte de la dificultad de la comprensión y estudio de esta región de la mandíbula es debido a que el contorno del hueso alveolar alrededor de los incisivos junto con la sínfisis mandibular en la dimensión sagital tiene una forma física con curvaturas irregulares, difícil de describir con precisión matemática o geométrica la morfología del hueso alveolar. Consecuentemente su relación con el incisivo inferior es difícil de determinar. Para ello, se han elaborado diferentes modelos de estudio basados en líneas tangentes a las curvaturas del hueso alveolar o perpendiculares a planos de referencia (Yu et al., 2009).

Durante el tratamiento de ortodoncia, limitar los movimientos de los incisivos dentro de la estructura ósea se cree que es esencial para conseguir mejores resultados, estabilidad, salud periodontal y también para evitar reabsorción radicular. La sínfisis mandibular es el factor anatómico que limita el movimiento de los incisivos, por lo que el conocimiento de esta estructura disminuye el riesgo de daño potencial a las raíces dentales y al hueso alveolar cuando movemos los dientes ortodóncicamente (Nauert y Berg, 1999).

El grosor anteroposterior del hueso alveolar de esta región determina la distancia disponible para el movimiento ortodóncico de los incisivos. Para la preparación quirúrgica o para la compensación ortodóncica se necesita proinclinarse o retroinclinarse el incisivo. Sea cual sea el procedimiento elegido, el movimiento dental se debe limitar dentro del hueso. Por lo tanto, el plan de tratamiento elegido debe estar fuertemente influenciado por la morfología de la sínfisis y la posición de los incisivos (Graco et al., 2010).

2.2 MALOCLUSIÓN ESQUELÉTICA SAGITAL

La oclusión comprende no sólo la relación y la interdigitación de los dientes, sino también las relaciones de éstos con los tejidos blandos y duros que los rodean. La oclusión normal se asocia a la ausencia de patologías en un sistema biológico y fisiológico, teniendo en cuenta que el aparato masticatorio tiene la capacidad de adaptarse a pequeñas

desviaciones dentro de un límite de tolerancia. La armonía del rostro es un indicador importante en una oclusión normal (Bishara, 2003; Canut, 2001 y Rodríguez 2005).

La oclusión se define como la manera en que los dientes maxilares y mandibulares se articulan, esto incluye los dientes, tanto su morfología como angulación, los músculos de la masticación, las estructuras óseas y la articulación temporomandibular. Esta variación en la dentición es el resultado de la interacción de factores genéticos y ambientales que determinan la relación oclusal desde el desarrollo prenatal hasta el postnatal.

La maloclusión se define como una disposición de los dientes que crea un problema funcional y estético para el individuo, referente a cualquier desviación en la disposición de los dientes fuera de los estándares de una oclusión normal, con alteración en la función, salud, estética y aspectos psicológicos (Moyers, 1992 y Proffit, 1996).

Las edades críticas en las que se puede establecer la tendencia con la cual se desarrollará la oclusión dental, son: a) a los tres años de edad, que es cuando se completa el desarrollo radicular de los segundos molares deciduos; b) entre los cinco y seis años, que es cuando empiezan hacer erupción los dientes permanentes y el tamaño de las arcadas comienzan a modificarse, especialmente por la fuerza de erupción de los primeros molares permanentes; c) y de los nueve a los trece años por las fuerzas de erupción ejercidas fundamentalmente por los caninos (Buschang, 2014).

Angle, en estudios de cráneos e individuos vivos, instauro los principios de la oclusión. Él pensaba que lo fundamental era la oclusión dentaria y que los huesos, músculos y ATM se adaptaban a la posición y relación oclusiva (Di Santi y Vásquez, 2003). La clasificación de las maloclusiones según Edward Angle considera las maloclusiones sólo en sentido anteroposterior, y es determinada por la posición de la cúspide mesiovestibular de la primera molar superior y su relación anteroposterior con el surco mesiovestibular de la primera molar inferior. De esta manera si está relación molar es correcta, se denominará Clase I, con sus implicaciones de anormalidad. Clase II o distoclusión, en dos divisiones y subdivisión derecha o izquierda. Y, Clase III o mesioclusión. Esta clasificación ha sido criticada pues no considera las relaciones transversales, verticales, ni la localización genuina de la anomalía en la dentición, el marco óseo o el sistema neuromuscular, pero sigue siendo la más utilizada.

2.2.1 MALOCLUSIÓN CLASE I: ETIOLOGÍA, EPIDEMIOLOGÍA

Una maloclusión clase I es una condición en la que el vértice de la cúspide mesiovestibular del primer molar maxilar ocluye en el surco mesiovestibular del primer molar mandibular, sin embargo, la maloclusión se presenta en otros dientes (Bishara, 2003).

La realidad de maloclusión consiste en mal posiciones individuales de los dientes, relaciones verticales o transversales anómalas o desviación sagital de los incisivos pues los podemos encontrar rotados, con espacios, sobremordidas, mordidas abiertas, mordida cruzada posterior, o incluso mordidas cruzadas anteriores. Moyers se refiere a esta maloclusión denominándola Síndrome Clase I, donde tanto la relación molar como la esquelética son normales (Di Santi y Vásquez, 2003).

Según el análisis cefalométrico estos pacientes se caracterizan porque sus maxilares están bien relacionados con el cráneo, el ángulo ANB acepta desviaciones hasta de 4°, los ángulos entre la base del cráneo y el plano mandibular o el plano Frankfort están dentro de los valores normales; a diferencia de los ángulos dentarios, como incisivo superior - SN, incisivo inferior - plano mandibular, ángulo Interincisivo, incisivo superior - NA, incisivo inferior - NB o NP; que están alterados, bien sea aumentados o disminuidos (Di Santi y Vásquez, 2003).

Los factores etiológicos de las maloclusiones se clasifican en: factores generales (esqueléticos y funcionales, musculares y factores dentarios como la relación entre el tamaño de los dientes y el tamaño de los maxilares) y factores locales. (Anomalías de número, de tamaño, de forma de erupción de los dientes y caries interproximal). Una de las causas frecuentes es las discrepancias óseas dentarias (Menéndez, 1988).

Las discrepancias dentarias podrían estar asociadas con la aparición ya sea de diastemas o apiñamientos, falta de intercuspidación, overjet y la curva de Spee.

Según la Organización Mundial de la Salud, las maloclusiones constituyen la tercera mayor prevalencia entre las enfermedades bucales, después de caries y enfermedad periodontal (Bermúdez et al., 2011 y Buschang, 2014).

La prevalencia y la distribución de los diferentes tipos de maloclusión varía en función de las razas y etnias. No obstante, aun cuando la Clase I es de las tres categorías de maloclusión la de menor severidad, conforme avanza la edad, la probabilidad de experimentar alguna alteración en la oclusión se va incrementando.

Con relación al género, existen evidencias contradictorias de que esta variable tenga algún tipo de influencia en el desarrollo de la oclusión dental, sin embargo, se ha observado una alta consistencia con relación a que la maloclusión es más frecuente en mujeres.

2.2.2 MALOCLUSIÓN CLASE II: ETIOLOGÍA, EPIDEMIOLOGÍA Y TRATAMIENTO

Las maloclusiones Clase II son de interés para los odontólogos debido a la alta prevalencia de este tipo de alteraciones. En los individuos con oclusión normal y adecuada relación esquelética, la proporción de crecimiento del maxilar y de la mandíbula está equilibrado y el resultado es un perfil ortognático y estéticamente agradable. En los individuos con maloclusiones Clase II, hay una discrepancia anteroposterior (prognatismo maxilar y/o retrognatismo mandibular) y/o transversal, que puede o no estar acompañada con alteraciones dental.

La Clase II o distoclusión agrupa maloclusiones de morfologías variables, que a menudo tienen un solo rasgo común: la distoclusión o relación Clase II (Angle), la maloclusión o la relación distal del maxilar inferior respecto al superior, la cual puede resultar de un maxilar superior prognático, una mandíbula retrognática o la combinación de las 2 anteriores, lo cual determinará la severidad de esta. Sin embargo, es importante tener en cuenta, no solo la relación sagital sino también un análisis en el plano transversal y vertical, lo cual permitirá un diagnóstico correcto (Canut, 2011 y Proffit, 1996).

Las maloclusiones son de origen multifactorial; sin embargo, se pueden definir dos componentes principales en su etiología, que son la predisposición genética, y los factores exógenos o ambientales.

Las maloclusiones de Clase II/1 caracterizadas por una discrepancia entre el maxilar y la mandíbula suelen ser el resultado de un patrón heredado de déficit mandibular, sin embargo, pueden ser más severas por la presencia de factores ambientales. A menudo están

implicados hábitos o factores ambientales como agentes causales en su desarrollo: hábito de succión digital, el hábito de respiración oral y/o una postura de reposo lingual adelantada. En estas situaciones, además suele producirse un aumento de las proporciones faciales esqueléticas verticales con tendencia a la incompetencia labial en reposo o incompetencia labial manifiesta, así como tendencia a la mordida abierta anterior.

Los factores etiológicos más importantes de las maloclusiones Clase II cuando la etiología es maxilar, la mayoría de los autores insisten en la presencia de un factor ambiental debido a una presión muscular incorrecta atribuida a algún hábito. Mientras que la etiología de causa mandibular se relaciona con una carga genética.

De acuerdo con el análisis esquelético, dental y oclusal en los planos sagital, vertical y transversal, las maloclusiones clase II se pueden clasificar según Canut (2001) en:

Relaciones dentales Clase II aisladas que no se acompañan de componentes dentoalveolares o esqueléticos. Sus factores etiológicos incluyen la pérdida prematura de dientes temporales, anomalías de la erupción de primeros molares superiores, migración mesial, anomalías de forma y agenesias dentales. Perfil ortognático, relación molar Clase II uni o bilateral, malposiciones dentales aisladas.

Las Maloclusiones Clase II dentoalveolares tienen relación distal de los dientes inferiores en relación con la de los dientes maxilares de más de la mitad de la anchura de una cúspide. La relación molar y canina es clase II y se acompaña de alteraciones de la inclinación de los dientes anteriores superiores e inferiores, las cuales pueden variar entre protrusión dentoalveolar superior, retrusión dentoalveolar inferior o su combinación.

Relación de Clase II esquelética por desproporción anteroposterior severa en tamaño o en posición de los maxilares. Establecer con exactitud el origen de la maloclusión esquelética permitirá un correcto diagnóstico y plan de tratamiento.

Teniendo en cuenta las características faciales, esqueléticas, dentales intra e interarco y funcionales que acompañan las maloclusiones Clase II, se pueden dividir en Clase II división 1 y división 2

Clase II División 1 incluye incisivos superiores inclinados hacia vestibular, un aumento de la sobremordida horizontal con o sin una arcada superior relativamente estrecha.

Verticalmente puede variar de una sobremordida profunda a una mordida abierta. Sagitalmente se encuentra una relación distal de los maxilares.

La Clase II División 2 se caracteriza por tener excesiva inclinación lingual de los incisivos centrales superiores y los laterales a vestibular. En algunos casos, todos los incisivos superiores están inclinados hacia palatino y los caninos hacia vestibular. Es acompañado a menudo por una mordida profunda y horizontal mínima. En los casos con extrema sobremordida, los bordes incisales de los incisivos inferiores pueden ponerse en contacto con los tejidos blandos del paladar o los tejidos gingivales labiales inferiores pueden ser también lesionados por la inclinación excesiva de los incisivos superiores. Sagitalmente se encuentra una relación distal de los maxilares.

Algunos autores han descrito una retrusión forzada de la mandíbula en 1/3 de este tipo de maloclusiones, debido a que la sobremordida aumentada y la palatinoversión de los incisivos maxilares obligarían a un distalamiento funcional mandibular. En general, se admite que la división 2^a presenta una importante carga hereditaria.

Las consideraciones del tratamiento son la edad esquelética, el patrón facial y de crecimiento y la estructura involucrada.

En las relaciones Clase II no se debe esperar una autocorrección durante el cambio de dentición temporal a dentición mixta o permanente y por lo tanto es obligatorio el control de los factores etiológicos como, por ejemplo, un hábito succión digital, empuje lingual, la obstrucción de las vías respiratorias, respiración oral y deficiencias maxilares transversales (Bishara, Hoppens y Jacobson, 1988 y Bacceti y McNamara, 1997).

El crecimiento mandibular total en los pacientes con Maloclusión Clase II es menor y la estimulación del crecimiento en los tres planos del espacio (sagital, transversal y vertical), va a favorecer las características craneofaciales y oclusales de los pacientes, sin olvidar factores como la edad del paciente, su patrón de crecimiento y la cooperación tanto del como de los padres.

Es importante tener en cuenta que en los casos de Maloclusiones Clase II severas los tratamientos ideales incluyen manejo ortodóntico y quirúrgico, que garantiza un resultado estético facial y equilibrio esquelético, así como estabilidad oclusal, funcional y periodontal.

2.2.3. MALOCCLUSIÓN CLASE III: ETIOLOGÍA, EPIDEMIOLOGÍA Y TRATAMIENTO

Las maloclusiones Clase III se caracterizan por una posición mesial o adelantada de la arcada dentaria mandibular respecto a la maxilar, lo que produce una alteración en la relación incisal, pudiendo estar en mordida cruzada anterior; generalmente, estos pacientes presentan una maloclusión dento-esquelética, resultado de una deficiencia maxilar, prognatismo mandibular o una combinación de ambos. Su etiología es poligénica, donde interactúa la genética y los factores ambientales.

Las maloclusiones de Clase III están consideradas entre los problemas ortodóncicos más difíciles de tratar, lo que pudiera ser debido a interferencias oclusales funcionales o a discrepancias esqueléticas entre ambos maxilares (retrusión maxilar, prognatismo mandibular o una combinación de ambas).

Su epidemiología varía según los diferentes grupos étnicos, zonas geográficas, metodología de clasificación y el grupo de edad etario. En ocasiones la frecuencia puede aumentar notablemente en zonas geográficas aisladas en las que abunda la consanguinidad (Graber, Rakosi y Petrovic, 1998).

En las sociedades asiáticas la frecuencia es alta atribuido a la existencia de un elevado porcentaje de pacientes con deficiencia maxilar. La prevalencia es aproximada de 4-13% (Irie y Nakamura, 1975; Krogman, 1951 y Ngan, 1997).

Estudios sobre individuos con maloclusión Clase III afirman que del 42 al 63% de los pacientes con maloclusiones de Clase III esquelética tienen un maxilar retruido o una combinación de maxilar retruido y mandíbula prognática normal o media (Sanborn, 1955; Jacobson, 1974 y Guyer y McNamara, 1984).

Ellis y McNamara (1984) reportaron que 1/3 de 302 pacientes adultos con maloclusiones Clase III estudiadas, tenían una combinación de retrusión maxilar y prognatismo mandibular. La muestra indicó un 19.5% de retrusión esquelética maxilar con una mandíbula posicionada normalmente, mientras que 19.1% representó un maxilar posicionado normalmente combinado con un prognatismo mandibular.

Sue, Chaconas y Turley (1987) encontraron que 62% de los casos examinados tenían un componente de retrusión maxilar.

La frecuencia de la maloclusión Clase III en la población caucásica de los Estados Unidos ha sido estudiada por US Public Health Service in the Third Nacional Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) reportando una prevalencia de aproximadamente el 5%, se ha encontrado que este índice tiende a aumentar en América Central, y en los países escandinavos. El mismo estudio encontró en una población de mexico-americanos el 8.3% (Grainger, 1968).

La influencia de la herencia en la aparición de esta displasia ha sido ampliamente reportada; los estudios de la relación craneofacial en gemelos han suministrado información útil concerniente al papel de la herencia en la maloclusión.

Litton , Ackerman, Issacson y Shapiro (1970) estudiaron las familias de 51 individuos con este problema observaron que la anomalía estaba presente en 13 % de los parientes consanguíneos y encuentra su relación con la herencia en la descendencia y en los hermanos, en una cifra mayor en relación con otras maloclusiones y reportaron que los hermanos usualmente muestran tipos similares de maloclusión de manera que la evaluación de los hermanos mayores puede suministrar, eventualmente una pista sobre la necesidad de intervención del tratamiento temprano de la maloclusión.

En todo caso, si el patrón genético influye más que el ambiente, el pronóstico ortodóncico será menos favorable.

Entre los factores epigénicos se menciona la lengua; Von Limbrough (1972) consideró que la lengua aplanada y deprimida puede representar un factor epigenético local en la maloclusión Clase III estableciendo una relación causa-efecto (citado en Graber, Rakosi y Petrovic, 1998).

Las fuerzas oclusales generadas por la erupción anormal también pueden inducir una guía incisal desfavorable, favoreciendo la relación de Clase III. En ese caso, el desplazamiento anterior de la mandíbula como consecuencia de la guía incisal produce lo que se conoce como maloclusión Clase III funcional o falsa.

Entre otras posibles causas, se anota, la pérdida prematura de los molares primarios que pueden provocar desplazamiento mandibular, debido al cambio en la guía oclusal de los dientes en malposición o a la lingualización de incisivos maxilares (Graber et al., 1998).

Para el diagnóstico adecuado de las maloclusiones Clase III se debe evaluar la condición periodontal: problemas mucogingivales, retracciones o dehiscencia gingival en incisivos mandibulares.; relación intermaxilar en oclusión céntrica, inclinación y resalte. Si se encuentra un resalte positivo o una relación incisal de borde a borde con incisivos mandibulares retroclinados, se sospecha de una relación de Clase III compensada. (Incisivos maxilares proclinados y los mandibulares retroclinados), para compensar la discrepancia esquelética. Si es negativo debemos realizar una evaluación funcional (Bishara, 2003).

Rabie y Gu (2000) señalan que un 72% de los casos de pseudoclase III examinados en su estudio no presentaban historia familiar asociada a la maloclusión, lo que indica que la mayoría de ellas es causada por factores ambientales los cuales pueden cambiar el patrón normal de erupción con relación al 28% de los casos que reportaron un patrón familiar de la maloclusión pseudoclase III.

Los individuos con pseudo clase III generalmente presentan relaciones maxilomandibulares normales. Los tejidos blandos tienden a camuflar la discrepancia esquelética y el perfil del individuo se observa normal o levemente cóncavo en oclusión céntrica (Giancotti, Máselli, Manpieri y Spano, 2003).

Jacobson en 1974, observó que el patrón con mayor frecuencia en las clases III es el de una mandíbula prognática con un maxilar normal o hipoplásico; mientras que la verdadera macrognátia de la mandíbula era poco frecuente (Jacobson, Evans, Preston y Sadowsky, 1974).

Pese a las diferentes etiologías, en la mayoría de las clases III existe algún grado de deficiencia maxilar (30-40%), suficiente para hacer al maxilar una parte significativa del problema.

En líneas generales es posible encontrar dentro de las maloclusiones Clase III dos tipos de patrón facial, el dólcofacial y braquifacial ambos con distinto enfoque diagnóstico y tratamiento. La dirección de crecimiento se puede establecer clínicamente o mediante la

cefalometría con el ángulo plano mandibular- Frankfort (Pl.Mn-Fh) o el eje Y de crecimiento, así como con el plano Silla Nasion/GoGn. No se ha podido constatar un tipo facial predominante entre las Clase III, lo que si se ha comprobado es una tendencia braquicéfala en individuos con aumento de tamaño en la mandíbula.

2.3 MALOCCLUSIÓN ESQUELÉTICA VERTICAL

Dos de las descripciones más aceptadas con relación a las proporciones verticales fueron establecidas por Farkas, y Farkas y Munro (citados en Vaden y Pearson, 2002).

Ellos establecen que una cara ideal es aquella que es dividida en tres tercios iguales por líneas horizontales que pasan a través de la línea del cabello, de la glabella, de subnasal y del mentón. Asimismo, realizan una división adicional en el tercio inferior por medio de una línea que pasa por el estomion, la cual divide este tercio en un tercio superior y dos tercios inferiores.

2.3.1 ETIOLOGÍA

La etiología de las alteraciones verticales puede considerarse multifactorial, donde los aspectos genéticos y los ambientales están implicados, lo que hace bastante difícil determinar el porcentaje exacto en el que cada uno de dichos factores contribuye al desarrollo de variaciones en el plano vertical, tanto en forma como en función; todo lo anterior sumado a la gran variabilidad presente entre las diferentes personas (Hartsfield, 2002 y Vaden y Pearson, 2002).

Se ha encontrado que una falta de crecimiento vertical entre la base craneal anterior y los dientes posteriores maxilares, junto con un exceso de crecimiento de la rama y de la base craneal posterior, sumado a un crecimiento condilar hacia arriba y hacia adelante, permiten a la mandíbula rotar en dirección antihoraria, lo que se traduce en disminución de la altura facial anterior (Moss y Salentijn, 1971; Nielsen, 1991; Sassouni, 1969 y Vadden y Pearson, 2002).

El potencial de la rotación de crecimiento mandibular anterior es muy pronunciado durante los períodos de crecimiento activo, épocas en las cuales la posibilidad de desarrollar una mordida profunda se incrementa. El desarrollo o la no aparición de la

mordida profunda van a depender de la relación existente entre los incisivos maxilares y mandibulares. Si hay adecuada relación entre ellos, la probabilidad de que se desarrolle la mordida profunda es mucho menor, ya que el fulcro del crecimiento y la rotación anterior se localizan a nivel incisal. Sin embargo, si ese contacto adecuado no está presente debido a una disfunción labial, a un hábito de succión digital o a una discrepancia mandibular sagital severa, generalmente se desarrolla mordida profunda esquelética debido a que el fulcro se localiza en dirección posterior a lo largo del plano oclusal, con lo que no se puede evitar la expresión del crecimiento y la rotación mandibular anterior (Björk, 1969 y Nielsen, 1991).

El maxilar superior se desplaza hacia delante y abajo con el crecimiento facial. Se produce un remodelado de la superficie anterior mediante reabsorción y el hueso nuevo se va depositando a nivel de las suturas. El grado de intervención del cartílago del septum nasal en el desplazamiento del maxilar durante el crecimiento permanece desconocido, pero no parece ser el principal responsable (Peck S, Peck L y Kataja, 1998).

Actualmente, se considera que la mandíbula es desplazada en el espacio por el crecimiento de los músculos y el resto de los tejidos blandos que la rodean y que la adición de hueso nuevo en el cóndilo se produce en respuesta secundaria a los cambios originados en los tejidos blandos.

Las maloclusiones verticales son el resultado de una alteración en la dirección del vector por la interacción de diferentes factores durante el periodo de crecimiento. Entre estos se incluyen: el crecimiento del maxilar y la mandíbula, el desarrollo dentoalveolar y la función de los labios, la lengua.

Bjork y Skieller con la técnica de implantes, demostraron que la dirección de crecimiento mandibular es principalmente vertical. No obstante, el patrón facial vertical varía enormemente en la población, ya que, además del centro de crecimiento condilar, la mandíbula sufre un proceso de remodelación constante. Sin embargo, la dirección de crecimiento condilar en sentido vertical con un ligero componente anterior es la más frecuente. Mientras que, el patrón de crecimiento con un componente de rotación posterior es el menos observado (Björk, 1963; Björk, 1969; Björk y Skieller, 1972 y Björk y Skieller, 1983).

Si el potencial de crecimiento mandibular es muy distinto (mucho más pequeño o mucho más grande) del potencial de crecimiento maxilar, el sistema de regulación a través de la rotación mandibular puede estar en marcha, pero resultar insuficiente. Es una sobrecarga del sistema (Lavergne y Gasson, 1978).

Algunos individuos presentan una magnitud de crecimiento de ambos maxilares con una diferencia dentro de los límites de la regulación presentan igualmente una mala relación sagital. Ésta es debida a un fallo en el sistema de regulación y así hay mandíbulas con un potencial de crecimiento inferior al del maxilar que no rotan para compensar o rotan de forma primaria anteriormente sobreacortando aún más la longitud mandibular oclusiva, y también mandíbulas con potencial de crecimiento mayor al del maxilar que no compensan rotando o sufren un sobrealargamiento debido a una rotación primaria posterior (Lavergne y Gasson, 1978).

En general el término rotación es utilizado con mucha frecuencia y para describir fenómenos diferentes.

2.3.2. ROTACIONES Y TIPOS DE PATRONES FACIALES

Isaacson en 1977, advirtió que los cambios relacionados con el crecimiento facial no son dados únicamente por la dirección del crecimiento condilar, también influye la diferencia entre el desarrollo de la altura facial anterior y posterior; la diferencia entre esta altura conduce a un crecimiento rotacional o a cambios posicionales de la mandíbula que determinan la posición vertical y sagital del mentón.

El individuo promedio, en un periodo de 6 años durante el crecimiento de la pubertad, se produce una disminución en la inclinación del plano mandibular de aproximadamente 3° y el plano palatino no cambia en inclinación respecto de la base craneal (rotaciones aparentes de los maxilares). No obstante, los fenómenos rotacionales son muy diferentes en los individuos que se caracterizan por un desarrollo facial vertical del tipo cara corta o cara larga (Enlow, 1990 y Bishara, 2001).

Los factores que determinan el aumento en la altura facial anterior son, la erupción de los dientes posteriores, superiores e inferiores, y la cantidad de descenso sutural del

maxilar. La altura facial posterior viene determinada por el descenso de la fosa temporo-mandibular y el crecimiento condilar (Isaacson, Zapfel, Worms, Erdman, 1977).

Cuando el crecimiento condilar vertical supera al crecimiento dentoalveolar, la altura facial posterior aumenta y se produce una rotación anterior de la mandíbula (cara corta). Si el crecimiento dentoalveolar excede al crecimiento vertical del cóndilo, la altura facial anterior aumenta y se produce una rotación posterior de la mandíbula (cara larga). Además, los pacientes con un crecimiento condilar anterior también muestran una mayor cantidad de crecimiento vertical que los pacientes con una dirección posterior, lo que aún acentúa más las diferencias entre ellos.

Björk (1969), demostró que, bajo circunstancias ideales, para la rotación anterior de la mandíbula el punto de fulcro se localiza en los incisivos. La falta de contacto incisal por una disfunción labial, un hábito de dedo o una discrepancia esquelética sagital severa se desarrollaría una mordida profunda esquelética. En estas circunstancias, el punto de fulcro va retrocediendo a lo largo del plano oclusal (Canut y Arias, 1999).

Los pacientes con un crecimiento condilar posterior frecuentemente tienen cantidades similares en el aumento de la altura facial posterior y anterior, donde la mandíbula se traslada sin rotación durante el crecimiento (Björk, 1969).

Cuando el incremento de la altura facial anterior es mayor que el posterior, la mandíbula rota posteriormente en su articulación. En otras ocasiones, se ha asociado con el aumento en la erupción de los dientes posteriores debido a una musculatura masticatoria débil y una posición de reposo mandibular posterorotada, para permitir la permeabilidad de las vías aéreas (Solow, Siersbaek y Nielsen, 1992).

En estos sujetos, el centro de rotación se sitúa próximo a los cóndilos, y dependiendo de la compensación dentoalveolar, la rotación posterior produce una mordida abierta anterior.

2.3.3 CLASIFICACIÓN VERTICAL

En la maloclusión vertical de cara corta los individuos presentan una altura facial inferior disminuida a expensas del tercio inferior facial junto a un incremento de la sobremordida. En ellos se produce una excesiva rotación anterior verdadera de la mandíbula durante el crecimiento y cuanto más severa sea la rotación anterior, más difícil

será corregir la sobremordida. Una disminución en el remodelado angular del borde inferior de la mandíbula da lugar a una mandíbula de forma cuadrada con un ángulo del plano mandibular muy disminuido y un ángulo mandibular cerrado. A pesar de que en estos sujetos suele producirse también una rotación verdadera anterior del maxilar superior, el plano palatino tiende a permanecer prácticamente horizontal. Aunque si el efecto compensador de remodelado no llega a ser suficiente, es igualmente posible observar una rotación aparente anterior ligera del maxilar superior. Las características clínicas de los pacientes de cara corta muestran una altura facial anterior reducida con un crecimiento condilar en sentido superior y anterior. El crecimiento en esta dirección produce un desplazamiento horizontal de la mandíbula y el aumento del prognatismo del mentón. La maloclusión más característica en este grupo es la mordida profunda, donde la erupción de los dientes superiores e inferiores conduce a una migración mesial con un ligero grado de proinclinación del incisivo inferior. En casos donde la cantidad de migración mesial de los dientes posteriores no es igual a la proinclinación de los incisivos se produce un apiñamiento secundario en el grupo anterior (Nielsen, 1991 y Opdebeeck y Bell, 1978).

En la maloclusión vertical de cara larga la altura facial anterior excesiva, también a expensas del tercio inferior de la misma, junto a una reducción de la sobremordida o una mordida abierta anterior. No se produce la rotación verdadera en el sentido habitual (anterior) del maxilar superior, incluso se produce una rotación posterior del maxilar superior y de la mandíbula durante el crecimiento, que, junto a un defecto en el remodelado compensador, da lugar a un incremento en el ángulo aparente del plano mandibular y en el ángulo mandibular. La inclinación del plano palatino suele permanecer constante, aunque si el efecto compensador del remodelado no llega a ser suficiente, se puede observar una rotación aparente posterior ligera del maxilar superior. Sin embargo, se ha descrito también una rotación verdadera y aparente del maxilar superior en sentido anterior en sujetos con cara larga, lo cual unido a la ausencia de rotación anterior de la mandíbula o a una rotación posterior agravaría aún más el tipo de maloclusión de mordida abierta anterior con deficiencia mandibular, puesto que el mentón al rotar y desplazarse hacia abajo también se desplaza hacia atrás. Clínicamente, los pacientes con síndrome de cara larga y una altura facial inferior aumentada presentan un patrón de crecimiento condilar en dirección

posterior. Normalmente, su mandíbula esta retroposicionada y no mejora con el paso del tiempo. La maloclusión más común, que se observa en estos pacientes, es la mordida abierta anterior. El patrón de erupción de los dientes posteriores es vertical y en algunos casos los dientes anteriores se encuentran retroinclinados. El apiñamiento tardío es un hallazgo habitual en estos patrones (Linder, Aronson y Woodside, 1986 y Schendel, 1976).

2.4 RELACIÓN INCISAL

El contacto entre el incisivo superior y el inferior está influenciado por el desarrollo de las estructuras faciales y maxilares en el plano vertical y sagital. Isaacson (1971) observó que, en las caras largas, a pesar de tener una mordida abierta anterior tenían un proceso alveolar elongado a nivel del incisivo superior, mientras que, en las caras cortas encontraron una sobremordida profunda con un incisivo superior acortado. En las caras cortas se produce una rotación anterior del cuerpo mandibular, de manera que la sobremordida aumenta al mismo tiempo que lo hace la altura facial posterior, produciendo una pérdida del contacto dental anterior. En las caras largas, el exceso de desarrollo de la altura alveolar de los dientes posterosuperiores origina la rotación posterior de la mandíbula y produce la pérdida de contacto incisal. Obligando a los incisivos a alongarse para encontrar su contacto.

Entre el incisivo superior e inferior se observa un método de ajuste compensatorio, el cual actúa para reducir la discrepancia sagital y vertical entre las bases apicales superior e inferior y permite el establecimiento del contacto entre incisivos mediante: una relación incisal normal, inversa o en borde a borde en diferentes tipos de maloclusiones de clase III (Bibby, 1980).

Los hallazgos clínicos de los estudios presentados por Kim y Vietas encuentran que la inclinación de los incisivos inferiores es más dependiente de la discrepancia esquelética mientras que los incisivos superiores dependen de la función oclusal y masticatoria, lo que hace que el plano palatino antero-rote o postero-rote, ayudando a la compensación dentoalveolar de un prognatismo o retrognatismo mandibular respectivamente (Kim y Vietas, 1978).

2.5 COMPENSACIÓN DENTOALVEOLAR

Conocemos la existencia de relaciones incisales diferentes en patrones faciales similares y de relaciones incisales similares en patrones faciales diferentes. A menudo, esto es un factor relevante en el pronóstico del tratamiento ortodóncico. Con estas observaciones, a nivel dentofacial se debe producir algún cambio que permita la acomodación de los incisivos para obtener una relación normal cuando nos encontramos ante bases esqueléticas no armónicas.

En 1956, Holdaway explicó un mecanismo de compensación, que permitía conseguir para unas bases apicales de clase II esquelética, una buena oclusión con una estética facial aceptable. Esta relación era conseguida mediante el “tipping” (volcamiento) de los incisivos superiores e inferiores (Holdaway, 1956).

En los estudios de Goldsman sobre caras de apariencia media se sugirió que una propiedad compensatoria o equilibrada existía dentro del complejo dentofacial, la cual preserva la armonía y las proporciones del patrón facial. Esta compensación es tal, que, cuando una dimensión facial muestra una discrepancia obvia, una o más de las otras dimensiones serán alteradas para enmascarar dicha discrepancia (Goldsman, 1959).

Las compensaciones para la clase III fueron demostradas por Coben, mostró que una flexión de la base craneal severa sin una correspondiente reducción en el tamaño de la mandíbula conduce a un prognatismo mandibular. Por lo tanto, el crecimiento mandibular debe mantener un equilibrio con el crecimiento de la base craneal para que exista una relación armónica en el complejo dento-facial. Ante unas circunstancias desfavorables en el patrón de crecimiento esquelético, el resto de las estructuras (faciales y dentales) deberán actuar para solventarla (Coben, 1955).

La estabilidad óptima en ortodoncia se consigue cuando los incisivos se colocan en la porción medular del hueso alveolar de la sínfisis mandibular en buen equilibrio con la musculatura labial y lingual (Bollen, Cunha, Bakko, Huang y Hujuel, 2008).

El proceso por el cual el desarrollo de las arcadas es controlado para lograr una oclusión dental ideal y permitir la adaptación basal de los maxilares bajo diferentes relaciones esqueléticas se conoce como el mecanismo compensatorio dento-alveolar (Björk y Skieller, 1972).

En cada maloclusión existe una gran variación individual en la cantidad y la dirección del crecimiento de los maxilares. Además, la coordinación del desarrollo de las arcadas superior e inferior no es siempre perfecta. Por lo tanto, el mecanismo compensatorio es necesario para coordinar la erupción y la posición de los dientes en relación con sus bases esqueléticas. Su objetivo es obtener y mantener una relación normal entre las arcadas dentarias superior e inferior.

Brodie en 1941 estudiando el crecimiento facial en niños en 1941, afirmó que: “en lugar de ser los dientes la guía para el destino de la cara, ellos son pasivos y se encuentran a merced del comportamiento de las partes que le rodean...” De manera que, el comportamiento de los incisivos debe entenderse como una “acomodación” ante unas relaciones esqueléticas no armónicas, con el objetivo de minimizar la severidad del perfil esquelético. La compensación dental varía dependiendo de las discrepancias sagitales y verticales (Brodie, 1941).

2.5.1 COMPENSACIÓN EN MALOCLUSIONES SAGITALES

La inclinación compensatoria de los incisivos maxilares y mandibulares conduce a una relación incisal normal a pesar de tratarse de diferentes relaciones esqueléticas sagitales (Bibby, 1980).

Ante una clase III, con un maxilar retruido y una mandíbula prognática no es sorprendente que la base de la arcada dentaria inferior, indicada por el punto (B), se encuentra más adelantada que la base del arco dentario superior (A).

Es frecuente encontrar alteradas las posiciones e inclinaciones de los incisivos: el superior protruido y proinclinado mientras que el inferior se encuentra retrotroinclinado. Este método de compensación logra obtener una relación incisal normal o positiva para la gran parte de las clases III. En aquellos casos donde un fuerte patrón vertical está operando, o la desproporción sagital es muy severa, o el sistema compensatorio es inoperante, el resalte será en forma de borde a borde o invertido (Guyer, 1986).

En una maloclusión clase II, el maxilar es más prognático que la mandíbula. La compensación dentoalveolar natural en la maloclusión clase II/1 implica un incisivo superior normal o enderezado y un incisivo inferior proinclinado para que el resalte parezca

menos severo. La proinclinación del incisivo inferior aumenta la longitud de la arcada inferior, lo cual crea problemas con la coordinación entre los arcos superior e inferior durante el tratamiento de ortodoncia. En la maloclusión de clase II/2 la acción labial sobre el segmento incisivos es la principal responsable de la relación incisal. Los incisivos centrales superiores aparecen inclinados hacia palatino y los laterales superiores tienen una inclinación normal o hacia vestibular, según su relación con el labio inferior. La falta de tope oclusal que impida la erupción de los incisivos inferiores da lugar a su sobrerupción y a un aumento de la sobremordida.

2.5.2 COMPENSACIÓN EN MALOCLUSIONES VERTICALES

Las discrepancias entre la morfología dentoalveolar y las relaciones esqueléticas verticales pueden resultar en una mordida profunda o abierta.

La compensación dental tiene dos componentes principales en la dimensión vertical: el primero es el desarrollo vertical de las alturas dentoalveolares y basales y el segundo es la inclinación incisal.

Estudios sobre la compensación dental en displasias verticales han encontrado pocos cambios en el incisivo superior y en las alturas de los molares mientras que el incisivo inferior a través de la inclinación y extrusión es capaz de compensar el crecimiento del individuo (Anwar y Fida, 2009).

Una mordida abierta puede tener su origen en una excesiva erupción de los dientes posteriores y/o una deficiente erupción de los incisivos a pesar de que pueden estar vinculados otros factores funcionales: posición lingual alterada, hábitos y obstrucciones respiratorias. Mientras que una mordida profunda puede ser el resultado de un aumento de la altura incisal o de una disminución de la altura en los molares, el abordaje de tratamiento será diferente en cada uno de los casos (Shudy, 1968).

Litton, Ackerman, Issacson y Shapiro (1970) identifican los requisitos necesarios para lograr una adaptación dento-alveolar, a mencionar:

Un sistema eruptivo normal que proporciona un movimiento continuo en la erupción de los dientes durante el periodo de crecimiento. Sujetos con afectaciones sistémicas que

involucren el sistema eruptivo mostrarán una menor eficiencia en la adaptación dentoalveolar.

Las fuerzas ejercidas por los tejidos blandos ya que los dientes se encuentran situados dentro de un equilibrio entre los músculos linguales y vestibulares. Se enfatiza el efecto de las fuerzas ejercidas por los tejidos en su estado de reposo, basándose en la duración total de las presiones.

La oclusión y la masticación pues la erupción de los dientes vecinos y el efecto de plano inclinado de los dientes opuestos influyen sobre la posición dental. Así, la propia interdigitación de las arcadas dentales sirve para mantener la oclusión normal a pesar de los cambios sagitales, verticales y transversales en las relaciones esqueléticas.

Sollow (1966) demostró que los efectos del mecanismo compensatorio dentoalveolar se pueden observar en los tres planos del espacio, tras analizar los modelos y radiografías de 102 sujetos de oclusión normal y sin tratamiento de ortodoncia previo. Ante una discrepancia sagital, los incisivos y su proceso alveolar incrementaban o reducían su proinclinación con el objetivo de mantener un resalte normal. Cuando la discrepancia entre bases óseas se daba en el plano vertical, la altura del proceso alveolar se regulaba dependiendo de la distancia entre maxilares para mantener una sobremordida normal. Si la diferencia estaba a nivel transversal se observaba como los dientes posteriores variaban su inclinación vestibulolingual para permitir la oclusión y camuflar el defecto.

El mecanismo compensatorio pretende mantener una interdigitación normal u óptima y un deterioro en su eficiencia está relacionado con el desarrollo de las maloclusiones. Según estas consideraciones, las maloclusiones que reflejan las discrepancias de las bases esqueléticas no son causadas directamente por ellas. Se debe pensar en un mecanismo compensatorio insuficiente o no operativo, incapaz de camuflar la discrepancia entre bases. El hecho de que grandes discrepancias a nivel esquelético sean más prevalentes entre las anomalías oclusales, indica que la operatividad del mecanismo compensatorio puede ser fácilmente dañada cuando las relaciones esqueléticas son extremas. Probablemente los diferentes tipos de hábitos orales son algunos de los factores responsables del daño en el mecanismo compensatorio (Massler, 1995).

En las caras largas con tendencia a la mordida abierta es frecuente encontrar una sínfisis pequeña, estrecha y alargada, mientras que, en las caras cortas con sobremordida profunda se observa una sínfisis aumentada, ancha y acortada. La variación en las dimensiones de la sínfisis altera la cantidad de hueso efectivo para albergar a los dientes y condiciona las posibles opciones terapéuticas, al mismo tiempo que altera la armonía del perfil (Shudy, 1963).

La compensación dentoalveolar es muy variable y difiere de un paciente a otro. Es importante determinar las alturas y las inclinaciones dentoalveolares cuando tratamos una maloclusión para que la biomecánica no sea contraria a las necesidades biológicas. Los parámetros descompensados pueden ser compensados para camuflar una maloclusión, mientras que cuando existe compensación previa al tratamiento, la mecánica debe evitarlas para no empeorar el pronóstico, la estabilidad y la estética (Anwar y Fida, 2009).

2.5.3 COMPENSACIÓN Y LA CEFALOMETRÍA

Muchas de las normas cefalométricas utilizadas actualmente fueron desarrolladas del 1945 al 1955, cuando la cefalometría era la herramienta diagnóstica más importante en ortodoncia.

En el análisis Steiner se empleó el ángulo ANB (relación sagital entre el maxilar y la mandíbula) como una “variable guía” para averiguar la posición del incisivo y de este modo obtener unas normas “oscilantes” cuando existía una maloclusión sagital (Steiner, 1953).

En las situaciones en las que el ANB no es 2, Steiner lo denominó “compromisos aceptables”. En su posterior estudio de 1959, subraya que las normas desarrolladas han de ser interpretadas, únicamente, como el punto de partida para el plan de tratamiento (Steiner, 1959).

Steiner enfatiza en entender y desarrollar un sistema diagnóstico que sería acomodado para la variación individual (edad, sexo, raza y potencial de crecimiento). En casos de ángulos elevados (cara larga) se debe esperar una distancia aumentada del incisivo inferior a la línea NB, en comparación con casos de configuración vertical baja (cara corta) o normal (cara normal). No obstante, no se han proporcionado reglas individualizadas. En la actualidad, para describir la morfología facial de un paciente con maloclusión vertical se

emplean la altura facial (posterior y anterior) y la divergencia entre el plano palatino con el plano mandibular. Sin embargo, las descripciones no incluyen la cantidad de compensación dento-alveolar ni en el maxilar ni en la mandíbula. La media poblacional de la posición del incisivo inferior no se puede usar en pacientes con discrepancias esqueléticas porque derivan de un grupo con oclusión ideal y sin discrepancia esquelética (Kim SJ, Kim KH, Yu y Baik, 2014).

Los análisis cefalométricos no miden directamente el desarrollo dental compensatorio. Estas consideraciones no sólo afectan al diagnóstico, si no también, al tratamiento.

2.5.4 COMPENSACIÓN Y OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO

Los objetivos de tratamiento dependerán de los movimientos dentales que se puedan realizar y del desplazamiento de los huesos basales por crecimiento o por cirugía. El tratamiento ideal debe pretender ser lo más conservador posible, siempre que consiga unos resultados aceptables tanto desde el punto de vista funcional como estético. Ricketts incorporó el mecanismo compensatorio de manera automática en su análisis. Relacionaba la posición incisal con la línea A-Po (línea de compensación). Los cambios en la inclinación de la línea A-Po en relación con los planos maxilar y mandibular, indican la dirección y cantidad necesaria de cambios compensatorios en la inclinación y posición incisal (Ricketts, 1957).

En los tratamientos que utilizan los desplazamientos por crecimiento (ortopedia), el objetivo es crear unos cambios favorables en las relaciones esqueléticas y los cambios en la posición dental deben ser mínimos. En los casos de cirugía ortognática, el objetivo ortodóncico prequirúrgico será descompensar o eliminar los cambios compensatorios dento-basales. El camuflaje consiste en disimular o maquillar el problema esquelético moviendo las arcadas dentarias superior e inferior. Mejora la relación oclusal, pero deja el problema esquelético subyacente sin tratar. Este tratamiento de compromiso es válido en los casos leves o moderados, pero no está indicado en las discrepancias esqueléticas graves.

2.6 LÍMITES DEL MOVIMIENTO DE ORTODONCIA

Un movimiento dental eficiente y una posición estables no se pueden asegurar si no existe el hueso alveolar adecuado. Incluso con un cuidadoso plan de tratamiento y una terapia periodontal de soporte, problemas periodontales como dehiscencias óseas y recesiones gingivales se pueden observar en repetidas ocasiones (Kokich, 2011).

En situaciones donde la discrepancia esquelética es severa o donde las arcadas sólo permiten una acomodación limitada de la reposición dental, la especificación de los límites del movimiento dental es una herramienta útil y nos ayuda en la toma de decisiones antes del inicio del tratamiento. La decisión en los casos “borderline” se basa en el tratamiento que conlleven a una estética facial aceptable. No obstante, tanto en el camuflaje como en la cirugía ortognática, el ortodoncista también debe considerar el movimiento dental que es necesario para conseguir corregir la maloclusión y en qué casos se puede realizar este movimiento con una mínima iatrogenia (Proffit y White, 1990 y Proffit y Phillips, 1992).

Para adoptar esta decisión se debe tomar las capas de discrepancia como el punto de partida. Proffit y Ackerman presentaron un modelo teórico de las limitaciones en la corrección ortodóncica en formas de tres círculos concéntricos: “envelopes of discrepancy”. La capa interna representa los límites del movimiento ortodóncico, la media muestra los cambios posibles con el crecimiento y la externa los límites que pueden ser conseguidos vía ortognática. La finalidad era ilustrar el principio de la limitación y no se basaron en medidas específicas de las barreras anatómicas. No tomaron en cuenta la posición condilar ideal para una función normal o la estética del perfil facial ideal. Estos círculos representan una directriz para la diferenciación entre el tratamiento de ortodoncia y ortodoncia-cirugía (Proffit y Akerman citado en Graber y Swain, 1982).

Se observó una limitación crítica para el tratamiento de ortodoncia en la maloclusión de clase III, al saber que la protrusión máxima del incisivo superior era 2mm y la retrusión para el incisivo inferior de 3mm. De modo que, un resalte negativo mayor de 3mm o una diferencia entre el punto A y el punto B proyectados sobre la horizontal verdadera mayor de -4mm van a indicar que estamos ante una discrepancia demasiado grande para ser resuelta única y exclusivamente con ortodoncia, por lo que deberemos plantearnos la cirugía (Björk A, Skieller, 1983).

En una maloclusión de clase II, el rango de movimiento para la compensación dental es más amplio: el incisivo superior se puede retraer 7mm y el incisivo inferior proinclinarse 5mm. El tratamiento de camuflaje está contraindicado en casos de más de 6mm de sobremordida y/o 8mm de resalte. Sin embargo, es importante entender que este diagrama presenta ciertas carencias al no tener en cuenta las limitaciones de los tejidos blandos, la estética facial o la posición condílea para una función normal. En la actualidad se han producido cambios en el concepto de limitación del movimiento dental ortodóncico con la introducción de las corticotomías expansivas (decortizaciones alveolares) y los microtornillos y miniplacas (anclaje esquelético). Gracias a las corticotomías, los límites que clásicamente establecieron Proffit y Ackerman son más amplios, excepto la retracción de los incisivos. Desde que surgió la posibilidad de utilizar el anclaje esquelético temporal en forma de miniplaca o de tornillos óseos también se han replanteado los límites del movimiento ortodóncico clásico (Proffit, Fields y Sarver, 2014).

Ackerman, en su artículo sobre las limitaciones impuestas por los tejidos blandos, dicta una serie de normas a seguir a la hora de la planificación ortodóncica, recalcando la necesidad de un meticuloso análisis de los tejidos blandos en la toma de decisiones. Ackerman, Proffit y Sarver (1999) dictan una serie de normas a seguir a la hora de la planificación ortodóncica, recalcando la necesidad de un meticuloso análisis de las limitaciones de los tejidos blandos en la toma de decisiones.

La percepción que el propio paciente tiene de su estética facial inicial es decisiva a la hora de decidir entre una terapéutica quirúrgica o conservadora.

2.6.1 SECUELAS DEL MOVIMIENTO DE ORTODONCIA

Estudios experimentales en perros indican que el remodelado se produce sin pérdida de inserción de tejido conectivo ni de cresta del hueso alveolar, cuando el movimiento dental se produce a lo largo del arco dental y el tejido conectivo supracrestal está libre de inflamación (Ericsson y Thilander, 1978 y Ericsson, Thilander y Lindhe, 1978).

Sin embargo, en movimientos extremos o ante una mala higiene oral la adaptación tisular se ve reducida. En los casos donde la opción terapéutica pretende camuflar la clase

II o la clase III, es necesario proinclinarse o lingualizar los incisivos inferiores con el fin de obtener un resalte correcto.

Sperry (1977) estudió un grupo de pacientes de clase III tratados por medio de un aumento en las compensaciones dentales, sin cirugía ortognática. Estos movimientos implicaban una proinclinación en la corona de los incisivos superiores y una lingualización en los superiores. Ellos observaron recesiones gingivales en la cara vestibular de ambas arcadas, especialmente en la arcada mandibular. En los casos donde el prognatismo mandibular (clase III) se corregirá con cirugía ortognática es necesario proinclinarse los incisivos inferiores para eliminar las compensaciones dentales y conseguir la reposición mandibular necesaria. Mientras que en los casos de retrognatismo mandibular (clase II) solucionados con cirugía, el incisivo inferior se debe retroinclinarse para permitir el avance mandibular. En ocasiones esta reposición del incisivo resulta excesiva, bien porque hay mucha compensación alveolar preexistente o bien porque el alveolo que lo alberga es estrecho. El movimiento ortodóncico en dirección vestibular induce la aposición en la superficie vestibular del proceso alveolar.

Ante movimientos extremos se producen dehiscencias en el hueso alveolar de la cortical vestibular. A pesar de una meticulosa higiene dental que controle perfectamente la inflamación gingival, el tamaño de la unidad gingival se verá disminuido debido a la tensión que resulta del desplazamiento del margen gingival (Wennström, Lindhe, Sinclair y Thilander, 1987).

La proinclinación extrema del incisivo inferior produce un adelgazamiento del hueso alveolar y una inserción larga de tejido conectivo (Joss-Vassalli, Grebenstein, Topouzelis, Sculean y Katsaros, 2010).

A corto plazo, no se observa una pérdida de inserción de tejido conectivo, pero a largo plazo aumentando la susceptibilidad a desarrollar una recesión. Por la disminución de la resistencia al trauma por cepillado (Nyman, Ericsson, Runstad y Karring, 1984).

La retroinclinación descontrolada también es peligrosa, los dientes se deben llevar a la modular para prevenir las dehiscencias óseas y las futuras recesiones gingivales.

La resistencia a la enfermedad periodontal no disminuye si hay una dehiscencia ósea y una inserción larga de tejido conectivo. Pero ante una crisis tisular, cuando los tejidos son

finos, la enfermedad periodontal cursará con recesión antes que con la formación de bolsa (Ericsson y Lindhe, 1984).

Los cambios en el hueso alveolar se relacionan con fenómenos biomecánicos (como su inclinación), pero están influenciados por otros muchos factores como el entorno periodontal, el tipo gingival, hábitos de higiene oral.

2.6.2 BARRERAS DEL MOVIMIENTO DE ORTODONCIA

El movimiento dental ilimitado asume que el hueso alveolar puede remodelarse totalmente hacia cualquier dirección en que se mueva el diente. Sin embargo, la experiencia clínica indica que dentro del movimiento anteroposterior de los incisivos existen limitaciones.

Edwards (1976) estudió una gran muestra de individuos de clase II con biprotrusión dental. La barrera anatómica contra el movimiento dental era la curvatura del paladar anterior próxima a la bóveda horizontal. También demostró la existencia de una gran variabilidad en la anchura del proceso alveolar de los incisivos superiores e ilustró las limitaciones del tratamiento ortodóncico a través de un alveolo delgado.

La sínfisis mandibular es la estructura anatómica que limita el movimiento de los incisivos y el grosor del hueso de los dientes anteroinferiores es delgado y susceptible de enfermedad periodontal (Bollen, Cunha, Bakko, Huang y Hujoel, 2008).

Dado que el ápice radicular frecuentemente está junto a la superficie interna de la cortical del hueso, la inclinación dental debe ser controlada. En tales pacientes, aumentar la inclinación del incisivo para el camuflaje ortodóncico no es una alternativa de tratamiento razonable. Se ha demostrado que si el ápice radicular se mueve contra la cortical del alveolo o detrás del alveolo se producirá una reabsorción severa y/o una dehiscencia ósea. Es importante, evaluar la posición precisa del ápice radicular dentro del hueso alveolar asociado antes del tratamiento ortodóncico.

2.7 CEFALOMETRÍA

El principio del análisis cefalométrico consiste en comparar al paciente con un grupo de referencia normal para poder detectar cualquier diferencia entre las relaciones dentofaciales del paciente y las que cabría esperar en su grupo étnico o racial (Tweed, 1954).

Es importante definir el objetivo del análisis cefalométrico como el estudio de las relaciones horizontales y verticales de los cinco componentes funcionales más importantes de la cara: el cráneo y la base craneal, el maxilar óseo, la dentición y los procesos alveolares superiores, la mandíbula ósea y la dentición y los procesos alveolares inferiores. Todo análisis cefalométrico es un procedimiento ideado para obtener una descripción de las relaciones que existen entre estas unidades funcionales.

2.7.1 TWEDD 1941

Charles Tweed, discípulo de Angle, merece el reconocimiento de haber sido el primero en señalar la importancia del incisivo inferior como factor clave de la oclusión dentaria y estética dentofacial.

Margolis en 1943 determinó mediante la medición sobre radiografías laterales de cráneo las angulaciones de los incisivos inferiores al plano mandibular, comprobando que en los casos normales estos tenían una angulación de 90° con una variación promedio de 5° (Companioni, 2008).

Tweed determinó la posición del incisivo inferior en función del tipo morfológico del paciente. Para esto, construye un triángulo formado por los planos horizontal de Frankfort, el plano mandibular y el eje del incisivo inferior y por tres ángulos, que es publicado en su extraordinario trabajo “The Frankfurt-Mandibular Plane Angle in Orthodontic Diagnosis, Classification, Treatment Planning and Prognosis” (Tweed, 1953).

Para el FMA la norma es de 25°, para el IMPA es de 90°, y por consiguiente basándose en el hecho de formar un triángulo y que todos los ángulos internos de este al ser sumados deben de totalizar 180, la medida del FMIA es de 65°.

A través de estos ángulos Tweed analizó la posición del incisivo inferior con la base ósea donde se encontraba colocado y con la parte media del rostro.

2.7.2 STEINER 1953

Cecil Steiner, EE. UU, su análisis se denominó Spanner Analysis y se basó en los trabajos de Northwestern y Downs para su elaboración. Más tarde (1959), incorporaría algunos elementos de Ricketts y de Holdaway, que completarían sus puntos de vistas de la aplicación de la cefalometría al diagnóstico ortodóncico (Águila, 1996).

De acuerdo con Zamora (2004) su análisis se ha considerado como el primero en cefalometría en la época moderna porque establece medidas que se pueden relacionar con un patrón facial y ofrece guías específicas para el plan de tratamiento.

El ángulo ANB fue la primera medida adoptada para relacionar ambos maxilares sagitalmente (Riedel, 1952).

Steiner utilizó las medidas esqueléticas concebidas por Riedel, los ángulos SNA y SNB, para definir el comportamiento anteroposterior de las bases apicales, maxilar y mandibular, respectivamente. El ángulo ANB representó la diferencia entre ambos ángulos y ofrecía una lectura directa del posicionamiento sagital entre el maxilar y la mandíbula, en relación con el punto N, situado en la base anterior del cráneo. De esta forma, el ángulo ANB representaba una de las magnitudes cefalométricas más importantes, al mismo tiempo que definía la convexidad facial. Cuanto mayor es el valor del ángulo ANB, mayor es la convexidad facial. En esta fórmula incisiva se prestaba más atención a la posición del incisivo inferior que a su inclinación axial.

El ángulo ANB: formado por la intersección de las líneas NA y NB; indicaba la relación anteroposterior del maxilar y la mandíbula. ANB entre 0° y 4° indicaba una relación esquelética clase I; ANB mayor de 4° indicaba una relación esquelética clase II y ANB menor de 0° indicaba una relación esquelética clase III.

Sin embargo, algunos factores anatómicos pueden influir en la interpretación correcta de este ángulo, comprometiendo su veracidad (Binder 1979), como por ejemplo la longitud de la base anterior del cráneo, que define la posición anteroposterior del punto N y el efecto rotacional de los maxilares. Esto significa que, dependiendo del comportamiento de la base del cráneo y de la rotación de las bases apicales, el valor numérico del ángulo ANB puede no corresponder a la convexidad facial analizada clínicamente (Binder, 1979; Fernández, 2009 y Steiner, 1953).

El análisis de Steiner usa como referencia la base craneana, representada por la línea SN (línea Silla-Nasion), ya que ambos puntos se localizan en regiones óseas de fácil visualización y son puntos únicos. Pero la línea SN, es decir la base craneal anterior, no es estable durante el crecimiento, cambia poco después del cuarto o quinto año de vida.

2.7.3 RICKETTS 1960

Robert Murray Ricketts presentó su análisis cefalométrico en 1960. Procuró desarrollar un sistema de magnitudes que definiese en valores numéricos la tendencia del crecimiento facial, las proporciones dentarias, la posición del mentón y del maxilar y la estética facial. Con el tiempo nuevas medidas fueron incorporadas sumando un total de 33 factores.

Esos factores o medidas cefalométricas fueron agrupados en seis grupos o campos:

- Campo 1. Relación dentaria
- Campo 2. Relación maxilomandibular
- Campo 3. Relación dento-esquelética
- Campo 4. Relación estética
- Campo 5. Relación cráneo-facial
- Campo 6. Estructuras internas

A partir de 1965 Ricketts introdujo la informática aplicada a la cefalometría, lo que permitió que una gran cantidad de información fuese registrada y analizada. Esos datos acabaron siendo de gran utilidad para el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóncico.

Plano oclusal funcional: plano tangente a las superficies oclusales de los dientes posteroinferiores. Debe ser identificado con la radiografía colocada sobre el negatoscopio. Por definición es imprescindible dibujar los molares posteriores para que este plano se consiga trazar correctamente.

Extrusión del incisivo inferior: distancia medida desde el borde incisal del incisivo inferior hasta el plano oclusal. Su valor normal es de 1,25 mm +/- 2,0 mm. Permite evaluar

el problema de un aumento de sobremordida debida a la extrusión del incisivo inferior, a la extrusión del incisivo superior o a la combinación de las dos situaciones.

2.7.4 WITS APRAISAL 1975

Alex Jacobson, en 1975, propuso medir linealmente la discrepancia entre el maxilar y la mandíbula directamente en el plano oclusal, utilizando una medida que denominó evaluación “Wits”, término que corresponde a la abreviatura de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo, África del Sur.

Para la determinación de la medida “Wits”, Jacobson descartó los puntos anatómicos S y N, puntos lejanos del área de interés, y pasa a utilizar puntos representativos próximos de las bases apicales, los puntos A y B proyectados en el plano oclusal. De esta forma, Jacobson elimina las variables de inclinación y longitud de la base del cráneo en la interpretación de la convexidad facial. La evaluación “Wits” (1975, 1976) no constituye un análisis cefalométrico propiamente dicho. Como el nombre del artículo original sugirió, “Wits appraisal of jaw disharmony”, fue una medida cefalométrica para definir el comportamiento sagital entre las bases apicales y debe ser utilizada para confirmar el valor del ángulo ANB. Una buena propuesta en el diagnóstico cefalométrico sería la asociación de la evaluación de Wits al análisis de Steiner, completando de esta forma deficiencias de los dos. Para Jacobson, la evaluación Wits definió el grado de desarmonía esquelética entre las bases apicales con un índice de confianza superior al ángulo ANB, ya que los puntos de referencia empleados (A y B) se encontraban localizados en las propias bases apicales y no en la distancia.

El método implicaba dibujar perpendiculares desde los puntos A y B en el maxilar y la mandíbula, respectivamente, en el plano oclusal. Los puntos de contacto de las perpendiculares en el plano oclusal se denominaron AO y BO, respectivamente. En una muestra de veintiún adultos varones y veinticinco mujeres seleccionadas por la excelencia de la oclusión, se encontró, en promedio, que en las mujeres los puntos AO y BO coincidían y en los hombres el punto BO se ubicaba en 1 mm delante del punto AO. En las displasias mandibulares de la clase II esquelética, el punto BO se colocaría muy por detrás del punto AO (lectura positiva), mientras que en las desarmonías mandibulares de la clase III, el

"Wits" la lectura sería negativa, es decir, con el punto BO por delante del punto AO (Jacobson, 1975 y Jacobson, 1976).

Como la relación anteroposterior entre el maxilar y la mandíbula se analizó a través del plano oclusal, idéntico para ambas arcadas, el valor de Wits no estuvo afectado por las rotaciones, en sentido horario o antihorario, de los maxilares, y tampoco por la rotación de estos, tratándose, por tanto, de un buen indicador de desequilibrio real entre el maxilar y la mandíbula. La medida no consiguió distinguir un problema de discrepancia esquelética de otro de origen dentario, ni fue capaz de determinar el grado de dificultad de un tratamiento.

2.7.5 BURSTONE-LEGAN 1980

Charles J. Burstone y Harry I. Legan expusieron con su trabajo publicado en 1980, la necesidad de que aquellos pacientes que necesitaban un tratamiento ortodóncico-quirúrgico podían disponer de un análisis cefalométrico sobre tejidos blandos complementario al estudio cefalométrico de tejidos óseos.

En sus estudios, Burstone y Legan manifestaron que, aunque la cefalometría tradicional de tejidos óseos da información sobre discrepancias dentales y esqueléticas, no proporciona la información necesaria acerca de la forma y proporción facial.

El grosor de los tejidos blandos hace que las medidas en referencia de los tejidos óseos disten mucho de la forma facial que representa la cefalometría tradicional. Por ello la propuesta de dos cefalometrías complementarias: una cefalometría de tejidos blandos y otra cefalometría de tejidos óseos, creando con ello, una nueva forma de evaluar las relaciones entre tejidos óseos y tejidos blandos. Ambos análisis permitirán al clínico lograr una buena estética para los pacientes (Legan y Burstone, 1980).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE ESTUDIO

En el diseño del estudio se describen las variables, la población, los instrumentos, los procedimientos, los análisis estadísticos de los datos e interpretamos los resultados para poder posteriormente permear el conocimiento a la población atendida en la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá.

A este tipo de estudio se le podría describir como un procedimiento epidemiológico analítico, no experimental, con un sentido retrospectivo y transversal ya que, partiendo del efecto, se estudian sus antecedentes.

A continuación, se detallan los diferentes enfoques:

De acuerdo con la intervención del investigador sobre el fenómeno estudiado es Observacional ya que nos limitamos a observar y describir la realidad.

De acuerdo con el nivel de profundidad del conocimiento que se pretende obtener es Explicativo o analítico ya que se trata de explicar la relación o asociación entre variables.

Es correlacional ya que describe las variables y examina las relaciones entre ellas.

De acuerdo con el momento (temporalidad) en que ocurre el fenómeno y su registro es Retrospectivo ya que es un estudio longitudinal, el tiempo en que se analiza es el presente, pero con datos del pasado. Su inicio es posterior a los hechos estudiados.

De acuerdo con el número de ocasiones en que se colectan los datos sobre el fenómeno estudiado de Corte Transversal.

De acuerdo con la fuente de acopio del dato es Documental ya que se apoya en registros y documentos, de los cuales se obtiene la información.

De acuerdo con el fin último que persigue la investigación es Básica ya que se orienta a la acumulación de información y no está encaminado a resolver problemas inmediatos, sino a la ampliación de la base de conocimientos de una disciplina por el conocimiento y la comprensión en sí.

La meta fundamental de este estudio epidemiológico fue alcanzar precisión y validez; se persiguió la agudeza en la medición y por lo tanto se trató de disminuir el error aleatorio y el error sistemático.

La carencia de error aleatorio se conoce como precisión y se corresponde con la reducción del error debido al azar. Para reducir este error el elemento más importante del que dispusimos fue incrementar el tamaño de la muestra y con ello se aumentó la precisión. La precisión también se mejoró modificando el diseño del estudio para aumentar la eficiencia de la información que se obtuvo de los sujetos del estudio.

La carencia del error sistemático se conoce como validez. La validez interna es la que implica validez de inferencia para los propios sujetos de estudio. Se vio amenazada por varios tipos de sesgos. Se entiende por sesgos los errores sistemáticos en un estudio epidemiológico que producen una estimación incorrecta de asociación entre un factor y la condición observada. Los principales sesgos que se manejaron fueron los sesgos de selección, observación e información. Para su disminución se adecuó el instrumento de medición, se perfeccionó los criterios de diagnóstico, se disminuyó las omisiones e imprecisiones en la información y se redujo los errores en la clasificación (consecuencia directa del sesgo en la información).

3.2 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

Las características o variables cefalométricas son un conjunto de valores medios obtenidos de trazos en una radiografía, que le dan una cualidad específica a los componentes esqueléticos del complejo cráneo maxilofacial. Las variables fueron adecuadas al contexto.

Las variables independientes, consideradas factores o predictoras según el caso fueron:

- ✓ Maloclusión esquelética sagital
- ✓ Patrón de crecimiento vertical

Las variables dependientes, de interés o efectos fueron:

- ✓ La inclinación del incisivo inferior (IMPA)
- ✓ La extrusión del incisivo inferior
- ✓ El tamaño de la sínfisis mandibular

Objetivo	Variable independiente (factores-explicativas)	Indicador	Definición Conceptual	Definición operacional (datos)	Según su naturaleza	Según su escala o tipo de medición	Dimensiones	Categorización (etiqueta)
Determinar la relación sagital entre las bases óseas maxilar y mandibular con el referente base craneal anterior	Maloclusión esquelética sagital	ANB	Indica la relación que tienen las bases apicales entre sí, permitiéndonos determinar la clase esquelética de Angle. El valor normal es de $2^\circ + 2^\circ$. Un ángulo mayor de 2° indica tendencia a clase II y un ángulo menor de 2° , tendencia a clase III. Por norma debiera medir 2° (Gregoret, 1997).	Corresponde al ángulo formado por la unión de los Puntos A, N y B	Cuantitativa continua	Razón	Clase I ANB [0,4] Clase II ANB > 4 Clase III ANB < 0	Clase I Clase III Clase III
Determinar la relación sagital entre las bases óseas maxilar y mandibular como referente morfodiferencial	Maloclusión esquelética sagital	WITS	El valor normal es de 0 mm en mujeres y de -1 mm en varones, donde el punto A estaría 1 mm por detrás del punto B. En la clase I, la proyección del punto A y B generalmente coinciden. En las clases II, la proyección del punto A está delante del punto B dando un valor de signo positivo; en las clases III, la proyección del punto B está delante del A dando un valor de signo negativo (Jacobson, 1975).	Se proyectan los puntos A y B perpendicularmente al plano oclusal y se mide la distancia entre ambos puntos.	Cuantitativa continua	Razón	Clase I Wits: Hombres -1 [-3, +1] Mujeres 0 [-2, +2] Clase II Hombres >+ 1 (1, N) Mujeres N>+2 (2, N) Clase III Hombres N<-3 (N, -3) Mujeres N<-2 (N, -2) <29°	Clase I Clase II Clase III
Diagnosticar el patrón vertical	Ángulo S-N y GoGn o Plano Mandibular	PLANO MAND	Ángulo definido por Steiner que indica dirección de crecimiento vertical y se relaciona con las rotaciones mandibulares.	Medida en grados entre la línea S-N y el plano Go-Gn	Cuantitativa continua	Razón	hipodivergente [29°, 35°] normodivergente. >35° Hiperdivergente	Hipodivergente Normodivergente Hiperdivergente

Variables respuestas o dependientes									
Medir la posición sagital del incisivo inferior	Inclinación axial del incisivo inferior (posición)	IMPA	La posición del incisivo inferior es considerada como el factor clave para establecer los objetivos funcionales del tratamiento (Tweed, 1946)	Medida en grados Distancia en grados	Cuantitativa continua	Razón	90° ± 5°.	Retroinclinados Posición normal Proinclinados	
Medir la posición vertical o extrusión del incisivo inferior	Extrusión del incisivo inferior	EXTRU II	La distancia del borde incisal del incisivo inferior al plano oclusal funcional. Puede ser positiva o negativa. (Ricketts, 1960)	Longitud en mm desde el borde incisal del incisivo inferior hasta el plano oclusal funcional de Ricketts.	Cuantitativa continua	Razón	1.25 mm ± 2mm	Posición vertical normal Extruidos Intruidos	
Medir el tamaño del mentón anteroposterior	Tamaño de la sínfisis mandibular	SÍNFISIS	Es la distancia anteroposterior entre el punto B y el Pogonion (pg). Se mide sobre dos líneas paralelas al plano mandibular, trazando una perpendicular tangente al Pogonion definida en el análisis de los tejidos duros por Legan y Burstone, 1980).	Distancia en mm del ápice del incisivo central inferior a pogonion.	Cuantitativa continua	Razón	Mujeres 7.2 mm ± 1.9 mm Varones 8.9 mm ± 1.7mm.	B-Pg	

Figura 1. Cuadro de variables. Definición conceptual y operacional. Elaboración propia. 25 de mayo de 2015

3.3 SUJETOS DE ESTUDIO

Los datos fueron obtenidos mediante una revisión documental de los registros cefalométricos iniciales de los pacientes.

3.3.1 POBLACION Y MUESTRA

La población de estudio fue los pacientes de ambos sexos entre 18 a 40 años de edad con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013. En el momento de recolección de los datos existían 130 pacientes activos.

El tipo de muestreo fue el probabilístico ya que todos los pacientes de la población tenían la misma probabilidad de ser seleccionados.

El método de muestreo fue aleatorio simple. Consistió en seleccionar los elementos que integrarán la muestra mediante un procedimiento aleatorio (al azar) con la ayuda del programa Excel (®) de Microsoft Office 2010.

La muestra estuvo conformada por 110 pacientes de ambos

.

3.3.2 UNIDAD DE MUESTREO

La unidad de muestreo estuvo conformada por cada una de las radiografías cefalométricas de pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años de edad con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis fueron los trazados cefalométricos en las radiografías laterales de los pacientes de la muestra. Respecto a la telerradiografía lateral, se considerará aceptable aquella radiografía de perfil en la que el paciente esté en oclusión céntrica, un adecuado

perfil blando con los labios en reposo, que no tenga dobles contornos o que estos sean mínimos y se encuentre estandarizada.

3.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Trazados Cefalométrico de perfil de pacientes aparentemente sanos.

Trazados Cefalométrico de perfil de pacientes con dentición permanente completa con excepción de los terceros molares.

Trazados Cefalométrico de perfil de pacientes ambos géneros entre las edades de 18 a 40 años.

Trazados Cefalométrico de perfil de pacientes con visualización claramente de las partes anatómicas requeridas para el estudio.

3.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Pacientes con antecedentes de tratamiento medicamentoso o quirúrgico que hayan podido alterar el desarrollo maxilar y facial.

Pacientes con alteraciones congénitas.

Paciente con historia de tratamiento previo ortopédico u ortodoncia.

Paciente con historia de hábitos orales para-funcionales.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La técnica utilizada para la obtención de los datos fue el registro, que consistió en recoger información sobre determinadas variables en forma sistemática y continua en los expedientes de los pacientes de ambos sexos entre 18 y 40 años con diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales que asistieron a la Clínica de la Maestría de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá durante el periodo 2009-2013.

Los datos fueron registrados en el instrumento diseñado para la recolección de la información, en una planilla de recolección de datos lo que facilitó la organización de la información.

Los instrumentos adicionales (accesorios) para la recolección de datos para este estudio fueron: negatoscopio, computadora personal, papel acetato, juego de geometría, lápiz portaminas.

3.7 PROCESAMIENTO DE DATOS

Una vez recolectados los datos fue necesario organizarlos, clasificarlos y resumirlos, de manera tal que posibilitara un mejor análisis de la información obtenida. Se colocaron en una planilla. Las Medidas resúmenes de las variables cuantitativas fueron las medidas de tendencia central (media) y las de dispersión (desviación estándar, por ejemplo).

3.8 METODOLOGÍA

3.8.1 Relación esquelética sagital

La relación esquelética sagital (anteroposterior) se calculó a través del ángulo ANB, se midió el ángulo entre el punto N (nasion), que es el punto más anterior de la sutura frontonasal, con el punto A (maxilar) y el punto B (mandíbula), que son los puntos más posteriores de las concavidades anteriores de sus bases óseas. El ANB de clase I esquelética tenía un valor medio de $2^{\circ} \pm 2$, mientras que cualquier valor inferior a 0° se consideró una clase III y valores por superiores de 4° se clasificaron como clase II.

El valor del Wits se obtuvo de la diferencia entre las perpendiculares al plano oclusal “funcional” de Ricketts que pasan por los puntos A y B (proyección ortogonal). Los valores del Wits para la clase I varían dependiendo del sexo, así en los hombres era $-1\text{mm} \pm 2$ y en las mujeres $0\text{mm} \pm 2$. Por lo tanto, se consideraron clases III aquellos valores inferiores a -3mm en los hombres y -2mm en las mujeres. Mientras que la clase II se clasificaba en valores superiores a $+1\text{mm}$ en hombres y $+2\text{mm}$ en mujeres.

La clasificación anteroposterior se basó en el valor del ángulo ANB (establecido por Angle) y se comparó con la medida lineal morfodifencial de la desarmonía Wits (análisis morfodiferencial de Jacobson). Ver anexo.

3.8.2 CONCORDANCIA DEL DIAGNÓSTICO SAGITAL (ANB-WITS)

El Porcentaje de concordancia en la determinación de la relación esquelética maxilomandibular se calculó con la prueba Kappa de Cohen.

La concordancia entre dos variables es un aspecto muy valioso y relevante, que, sin embargo, no se evalúa en muchos de los estudios. Si se utilizaron los dos procedimientos diferentes para clasificar la serie de trazados cefalométricos, ¿Hasta qué punto coincidían

las dos clasificaciones efectuadas? ¿En qué magnitud coincidían las apreciaciones de ambos?

La prueba kappa de Cohen fue la medida para valorar el porcentaje de acuerdo o desacuerdo entre dos evaluaciones que determinaran a qué categoría pertenece un número finito de trazados cefalométricos de sujetos en del estudio, por lo que se toma en cuenta el acuerdo debido al azar. Los dos evaluadores, en este caso ANB y Wits, o bien estaban de acuerdo en su calificación (es decir, la categoría a la que se asigna un sujeto) o no estaban de acuerdo; no hay grados de desacuerdo (es decir, sin ponderaciones).

La prueba kappa de Cohen calculó la fiabilidad del diagnóstico midiendo el acuerdo entre las dos evaluaciones, restando el acuerdo debido al azar. Se utilizó el programa Excel (®) de Microsoft Office 2010 para su cálculo. Los diagnósticos de acuerdo se localizan en la diagonal principal de la tabla. Por lo tanto, el porcentaje incluye un acuerdo que se debe al azar.

Definición: Si p_a = proporción de observaciones de acuerdo y p_ε = proporción acordada por casualidad, entonces la kappa de Cohen es (1)

$$\kappa = \frac{p_a - p_\varepsilon}{1 - p_\varepsilon}$$

Alternativamente (2),

$$\kappa = \frac{n_a - n_\varepsilon}{n - n_\varepsilon}$$

Donde n = número de sujetos, n_a = número de acuerdos y n_ε = número de acuerdos debido al azar.

No hay un acuerdo claro sobre lo que constituye un buen o mal nivel de acuerdo basado en la kappa de Cohen, aunque un conjunto de criterios común, aunque no siempre tan útil, fue: menos del 0% sin acuerdo, 0-20% pobre, 20-40% justo, 40-60% moderado, 60-80% bueno, 80% o más alto muy bueno. Ver anexo

3.8.3 EVALUACIÓN DEL PATRÓN VERTICAL

El patrón vertical se evaluó a través del plano mandibular (S-N.Go-Gn) definido por Steiner como el ángulo entre el plano mandibular (Go-Gn) y la línea S-N, relacionó la mandíbula con la fosa anterior de la base de cráneo. Para realizar esta medida fue necesario hacer una translación (proyección) de la línea SN porque las dos líneas se cruzaban fuera del campo del cefalograma. El valor medio del plano mandibular era de [29°,35°] considerándose un patrón normodivergente (Cara Normal). Los sujetos con valores

inferiores a 29° se clasificaron en hipodivergentes (Cara Corta) y los superiores a 35° en hiperdivergentes (Cara Larga), siguiendo la clasificación de Steiner.

La muestra inicial de 110 pacientes se dividió en tres grupos en función del valor del ángulo del Plano Mandibular. Ver anexo

3.8.4 VARIABLES DEPENDIENTES

Inclinación y extrusión del incisivo inferior: El incisivo inferior fue analizado tanto en el plano sagital (IMPA) como en el plano vertical (Extrusión). A través del IMPA podíamos conocer el grado de inclinación anteroposterior del incisivo con su base ósea. Esta medida se obtuvo del ángulo formado entre eje axial del incisivo inferior y el plano mandibular descrito por Tweed (Go-Me), tangente al borde inferior del cuerpo mandibular. Así, el valor medio estaba entre 90° y 95°. Cuando el valor superaba los 95° estaba proinclinado y cuando estaba por debajo de los 90° retroinclinado.

La cantidad de extrusión del borde incisal se calculó sobre el plano oclusal funcional (que se extiende desde los segundos molares hasta los caninos). Esta medida extraída del análisis de Ricketts tiene un valor de $+1,25\text{mm} \pm 2$ y permitió valorar si el incisivo estaba extruido o intruido respecto al plano oclusal. Un valor importante en el diagnóstico de la mordida profunda y de la compensación dentoalveolar.

Las dimensiones de la sínfisis mandibular se cuantificaron en el plano anteroposterior siguiendo los criterios de Burstone y Legan. Se midió la distancia del punto B a la cortical vestibular de la sínfisis mandibular a lo largo de un plano paralelo al plano mandibular hasta un plano tangente que toca el Pogonion óseo y que es perpendicular al plano mandibular.

Se realizó la distribución normal de las variables en función de sus residuales (distribución Z, normal o Campana de Gauss). Además, se mostró la linealidad de las variables ya que la de los parámetros era la que se iba a evaluar.

Se evaluó el grado de asociación y dirección de la relación entre dos variables cuantitativas a través del modelo de correlación lineal y transformamos las variables factores en variables categóricas y luego se aplicó un ANOVA.

Aunque la correlación sirvió para hacernos una idea de la relación, no fue suficiente con ver gráficamente que, si se trataba de un modelo útil o no, sino que debíamos comprobar que el modelo de regresión cumplía unos ciertos supuestos matemáticos, que nos hablaban de la bondad y calidad del modelo para nuestros fines.

Las técnicas de correlación y regresión lineal simple tenían objetivos diferentes, aunque era común que en los programas estadísticos estuviesen unidas.

3.8.5 CORRELACIÓN LINEAL

Se utilizó la correlación para medir la dirección y la fuerza de la asociación de una variable frente a la otra, no es una medida de causalidad, su estadístico es r de Pearson.

Los coeficientes eran los números por los cuales se multiplicaban las variables de una ecuación. Tanto el tamaño como signo de un coeficiente en una ecuación afectaron su gráfica. En una ecuación lineal simple (contiene solamente una variable X), el coeficiente era la pendiente de la línea.

Un coeficiente de correlación significativo, lo único que nos indicó fue que era bastante improbable que en nuestra población que " r " fuera cero, y por tanto su intervalo de confianza no incluía el cero.

Tanto el coeficiente de correlación como la covarianza eran medidas del grado en el que dos variables de medida "variaban juntas". A diferencia de la covarianza, el coeficiente de correlación se escaló para que su valor fuera independiente de las unidades en las que se expresaban las dos variables de medida.

Cuando no hubo correlación y en el gráfico de dispersión se apreciaban puntos en los cuatro cuadrantes del eje cartesiano se habló de incorrelación. Ello no significaba que ambas variables no estuvieran relacionadas, sino que no estaban relacionadas "linealmente".

3.8.5.1 El coeficiente de correlación de Pearson

Todos los coeficientes varían entre -1 y 1. Si el coeficiente de correlación era -1 existía correlación negativa, es decir, a medida que una variable aumentaba, la otra disminuía. Cuando el coeficiente era 1 había correlación positiva, cuando aumentaba una variable,

también aumentaba la otra. Un valor cercano o igual a cero indicaba poca o nula relación lineal entre las variables.

Se utilizaban como una medida de la fuerza de asociación: valores $\pm 0.1 \pm 0.1$ representaban pequeñas asociaciones, $\pm 0.3 \pm 0.3$ asociación mediana, $\pm 0.5 \pm 0.5$ asociación moderada, $\pm 0.7 \pm 0.7$ gran asociación y $\pm 0.9 \pm 0.9$ asociación muy alta.

3.8.6 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

El análisis de regresión consistió en emplear métodos que permitían determinar la mejor relación funcional entre dos o más variables concomitantes (o relacionadas). Para elegir una relación funcional particular como la representativa de la población bajo investigación, se procedió a una consideración analítica del fenómeno que nos ocupaba, y a un examen de diagramas de dispersión (evaluar una posible linealidad en los parámetros).

A través del modelo de regresión lineal se exploró la dependencia entre dos variables cuantitativas, se supuso inicialmente que la relación esquelética sagital medida en función del ANB (según Steiner) y el patrón vertical medido por el ángulo Si-Na y Go-Gn (plano mandibular) eran las variables independientes. Las variables dependientes fueron el ángulo entre el eje axial del incisivo central inferior y el plano mandibular según Tweed (Go-Me y eje axial), la extrusión del incisivo inferior con respecto al plano oclusal funcional de Ricketts y el tamaño de la sínfisis mandibular vestibular (según Leagan y Burstone); tratando de verificar si la citada relación era lineal y aportando unos coeficientes (**a** y **b**) o (**B₀** y **B₁**) en un modelo de regresión que sirvieran para construir la ecuación de la recta de predicción. Ambas técnicas, basadas en la media y en la varianza de las variables evaluadas, tenían importantes condiciones de aplicación, entre las que destacaban la independencia de las observaciones y la normalidad. Con el complemento análisis de datos de Excel® de Microsoft Office 2010 se llevaron a cabo los procedimientos y se exploró visualmente la relación entre las variables cuantitativas a través de gráficos de dispersión (o nube de puntos). Con los gráficos de dispersión no se evidenciaba una relación lineal, pero era necesario probarlo.

La regresión lineal simple (método de mínimos cuadrados) fue el modelo matemático que sirvió para evaluar si la relación entre dos variables cuantitativas era lineal, y

proporcionó los coeficientes para ajustar una línea recta a los diversos pares de valores que proporcionó cada individuo de la muestra. En este modelo asumimos que una de las variables adoptaba el papel de predictora o independiente, y que la otra variable era el efecto, resultado o variable dependiente. Las variables independientes o predictoras fueron factores previamente determinados; las variables dependientes o efectos eran las que se pretendían explicar o predecir a partir de la predictora.

Recordamos que la ecuación para la línea era:

(3)

$$y = mx + b$$

donde la pendiente era m y la intercepción u ordenada en el origen era b .

Por consenso, la variable dependiente o efecto ocupó el lugar de la Y en el eje cartesiano (ordenada) y la variable independiente el lugar de la X (abscisa).

El ajuste de los parámetros, según el modelo la ecuación funcional entre las variables respuestas (Y) y predictoras (X) fue dada por la ecuación funcional:

(4)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \text{ donde:}$$

β_0 : El valor de la ordenada donde la línea de regresión se intercepta con el eje X .

β_1 : El coeficiente de regresión poblacional (pendiente de la línea recta)

ε : el error. Suposiciones de la regresión lineal

El modelo de regresión lineal simple utilizado intentó ajustar, con los datos de la muestra, la siguiente ecuación:

(5)

$$Y = a + bX + \varepsilon$$

Donde a fue el valor de la ordenada en el origen (intercepto), esto es, el valor que adoptaba Y (la variable respuesta) cuando X valía cero; b , conocido como “pendiente de la recta”, se interpretó como el cambio de Y por cada unidad de cambio de X ; y ε es el error o residual, que representó una cuantificación del desajuste de los datos de la muestra al modelo lineal, lógicamente variable de un individuo a otro, puesto que correspondía a la cantidad que habría que sumar o restar a la predicción para que coincidiera exactamente

con lo observado. En otras palabras, ε representa el error cometido en el intento de observar la característica en estudio, en la cual muchos factores contribuyen al valor que asume ε .

$H_0: \beta_1 = 0$, es decir que $H_0: b=0$

Cuando H_0 fue rechazada (contraste estadísticamente significativo), se concluyó diciendo que había regresión lineal de Y sobre X, ya que se pudo explicar una parte de los valores de la variable dependiente (Y) a partir de los valores de la variable independiente o predictora (X), o lo que era lo mismo, que conocido el valor x para un individuo se podía predecir el valor de Y mejor con la ecuación de la recta que con el valor medio de Y. Sin embargo, la predicción que realizó el modelo de regresión lineal no fue perfecta y siempre quedó algo sin explicar. Este algo sin explicar era la varianza residual.

Otra forma de cuantificar el ajuste del modelo lineal a los datos fue a través del Coeficiente de Determinación, R^2 , que comparó lo explicado por la regresión con la variabilidad total de Y, y se interpretó como el porcentaje de la variabilidad total de la variable dependiente Y que es explicada por la variable independiente X.

Valor de "R cuadrado" (R^2) : En la regresión lineal simple, se trata del coeficiente de correlación de Pearson elevado al cuadrado. Se le conoce por coeficiente de determinación y siempre será un valor positivo entre 0 y 1.

Por último, el análisis de regresión lineal concluyó calculando los coeficientes de regresión **a** y **b** de la recta, mediante el método de ajuste conocido por "mínimos cuadrados". El programa estadístico aportó para cada uno de ellos la estimación puntual, el error estándar, la significación estadística del contraste y los intervalos de confianza, teniendo sentido interpretar las salidas del coeficiente **b** para tomar decisiones de que hasta qué punto y en qué magnitud la variación de Y dependía linealmente de X.

ANOVA de la regresión: Se descompuso, por un lado, en la suma de cuadrados explicada por la recta de regresión y por otro, en la suma de cuadrados no explicada por la regresión, denominada residual. La suma de ambas era lo que se llamó suma de cuadrados totales. Por tanto, cuanto mayor era la suma de cuadrados de la regresión respecto a la residual, mayor porcentaje de variabilidad observada se podía explicar con nuestra recta de regresión. Si la tabla presentaba un resultado significativo ($p < 0,05$) rechazaríamos la hipótesis nula que afirmaba que la pendiente de la recta de regresión es 0 ($H_0: b=0$).

Coeficientes de la regresión: Los coeficientes estimados **a** (constante de la recta) y **b** (pendiente de la recta no solo aparecen los coeficientes, sino sus intervalos de confianza, y además el valor de "beta" que no es más que el coeficiente **b** estandarizado y que en la regresión lineal simple coincide con el coeficiente de correlación de Pearson.

Para todos los casos se asumió que el valor del coeficiente de correlación variaba en el intervalo $[-1,1]$, indicando el signo el sentido de la relación:

Si $r = 1$, existía una correlación positiva perfecta. El índice indicaba una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumentaba, la otra también lo hacía en proporción constante.

Si $0 < r < 1$, existía una correlación positiva.

Si $r = 0$, no existía relación lineal. Pero esto no necesariamente implicaba que las variables eran independientes: podían existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables (logarítmicas, parabólicas o exponenciales, por ejemplo)

Si $-1 < r < 0$, existía una correlación negativa.

Si $r = -1$, existía una correlación negativa perfecta. El índice indicaba una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumentaba, la otra disminuía en proporción constante.

3.8.7 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA O ANDEVA)

El análisis de la varianza partió de los conceptos de regresión lineal. En este caso el modelo inició con el supuesto de que como investigadores estábamos interesados únicamente por los niveles del factor presentes en la investigación, por lo que cualquier variación observada en las puntuaciones se debería sólo al azar.

Se utilizó el análisis de la varianza para determinar si los diferentes niveles de maloclusiones sagitales y patrones verticales presentes en el estudio presentaban diferencias significativas o por el contrario podía suponerse que sus medias poblacionales no diferían. ANOVA permitió superar las limitaciones del contraste bilateral (t de Student) por parejas que era un mal método para determinar si un conjunto de variables con $n > 2$ diferirán entre sí. Se dio por hecho que trabajábamos con variables cuantitativas, con

distribución normal de residuales y con varianzas similares (además de una muestra representativa).

El modelo de efectos fijos de análisis de la varianza se aplicó a situaciones en las que el experimentador había sometido al grupo analizado a varios factores, cada uno de los cuales le afectó sólo a la media, permaneciendo la “variable respuesta” con una distribución normal.

Los grados de libertad pueden descomponerse al igual que la suma de cuadrados. Así, $GL\ total = GL\ entre + GL\ dentro$. Los GL entre se calcularon como: $a - 1$, donde a es el número de tratamientos o niveles del factor. Los GL dentro se calculan como $N - a$, donde N es el número total de observaciones o valores de la variable medida (la variable respuesta).

3.8.7.1 Pruebas de significación

El análisis de varianza llevó a la realización de pruebas de significación estadística, usando la denominada distribución F de Snedecor.

Una vez que se habían calculado las sumas de cuadrados, las medias cuadráticas, los grados de libertad y la F, se confeccionaron las tablas que reunía la información, denominada “Tabla de Análisis de varianza o ANOVA”, que adoptó la forma expresada en las tablas.

ANOVA de un factor nos permitió calcular estadísticamente si las medias de una variable son diferentes entre los niveles o grupos de otra variable.

Las condicionantes fueron:

En ANOVA de un factor sólo se relacionaron dos variables: una variable dependiente (o a explicar o criterio) y una variable independiente (que en esta técnica se suele llamar factor)

La variable dependiente era cuantitativa y la variable independiente originalmente cuantitativa se categorizó nominalmente en clase esquelética y patrón vertical.

Era necesario que las variables tuviesen la distribución normal, aunque como siempre esto fue una aproximación a la distribución Z o de Gauss.

También que las varianzas (es decir, las desviaciones típicas al cuadrado) de cada grupo de las variables independientes fueran similares (fenómeno conocido como homocedasticidad). Aunque esto es lo ideal, en la realidad cuesta de cumplir, e igualmente se puede aplicar ANOVA.

Si las medias de la variable dependiente eran iguales en cada grupo o categoría de la variable independiente, los grupos no diferían en la variable dependiente, y por tanto no había relación entre las variables. En cambio, si las medias eran diferentes entre los niveles de la clase esquelética o del patrón vertical era que las variables estaban relacionadas.

Al aplicar ANOVA de un factor se calculó un estadístico o test denominado F y su significación. El estadístico F o F-test (se llama F en honor al estadístico Ronald Fisher) se obtuvo al estimar la variación de las medias entre los grupos de la variable independiente y dividirla por la estimación de la variación de las medias dentro de los grupos. El cálculo del estadístico F fue algo complejo de entender, pero lo que hizo fue dividir la variación entre los grupos por la variación dentro de los grupos. Si las medias entre los grupos variaban mucho y la media dentro de un grupo variaba poco, es decir, los grupos eran heterogéneos entre ellos y similares internamente, el valor de F sería más alto, y por tanto, las variables estaban relacionadas. En conclusión, cuanto más diferían las medias de la variable dependiente entre los grupos de la variable independiente, más alto sería el valor de F. Al realizar varios análisis de ANOVA de un factor, aquel con F más alto indicará que hay más diferencias y por tanto una relación más fuerte entre las variables.

La significación de F se interpretó como la probabilidad de que este valor de F se debió al azar. Siguiendo un nivel de confianza del 95%, el más utilizado, cuando la significación de F era menor de 0,05 era que las dos variables estaban relacionadas.

Al final se aplicaron las pruebas para las comparaciones múltiples de Tukey-Kramer.

3.9 MARCO SITUACIONAL

La creación de la Facultad de Odontología se origina en el seno de la Asociación Odontológica de Panamá, la que consciente de la necesidad imperante del país, de contar con profesionales dentro del campo de la salud bucal, presenta a la Asamblea Nacional de Panamá el proyecto que daría paso al surgimiento de la Facultad de Odontología.

La Asamblea Nacional de Panamá encomendó a la Universidad de Panamá, la planeación y organización de la Facultad, dotándola de los recursos necesarios para su funcionamiento y desarrollo (Ley 75 del 14 de noviembre de 1963).

La Maestría en Ortodoncia dio inicio en el año 2009, con un grupo de 4 estudiantes. Correspondió al Máster en Ortodoncia Dr. Luis Batres la dirección del grupo. El objetivo de esta maestría es preparar profesionales de la odontología para que puedan convertirse en Especialistas en Ortodoncia.

El perfil profesional del egresado del programa de Maestría en Ortodoncia se caracterizará por tener una gran capacidad analítica, un alto conocimiento teórico-práctica y una gran capacidad de toma de decisiones, que se verán reflejadas en los tratamientos de sus pacientes.

El profesional de la Odontología no escapa de la necesidad de poseer competencias genéricas de tipo instrumentales, interpersonales y sistémicas que le permitirán aplicarlas a una multitud de funciones y tareas rutinarias de forma transversal y que se integran con actividades particulares de la profesión. Por ello, en la formación se incorporan las 27 competencias genéricas de América Latina, conocidas como las competencias Tunning; y competencias específicas definidas en el perfil del egresado.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Tabla 1

Clasificación de la maloclusión sagital en función del ángulo ANB y del Wits

Clase Esquelética	Trazados cefalométricos	
	ANB	WITS
Clase I	36	34
Clase II	66	63
Clase III	8	13*

Nota. La variable cuantitativa factor o explicativa Clase esquelética medida a través del ANB o del WITS se categorizó en Clase I, Clase II y Clase III.

*Aumentaron los casos clase III.

Fuente: elaboración propia, marzo de 2016.

Tabla 2

Concordancia en el diagnóstico de la relación esquelética sagital

ANB	WITS				
	C 1	C 2	C 3	Total	Razón
C 1	25	5	6	36	0.33
C 2	8	58	0	66	0.60
C 3	1	0	7	8	0.70
	34	63	13	90 ^a	
Razón	0.31	0.57	0.12		
Azar	11.25	37.62	0.92	49.79 ^b	
(Rx110)					

Nota. $\kappa = 66.78\%$. El nivel de acuerdo basado en kappa de Cohen se encontró en el rango 60 a 80%, es decir que el acuerdo fue bueno.

^a Número de acuerdos ^b Número de acuerdos por azar.

Fuente: elaboración propia, marzo de 2016.

Tabla 3

Clasificación de los pacientes en función de la clase esquelética sagital y del patrón de crecimiento vertical

Patrón Vertical	Clase esquelética			Total	%
	C1	C2	C3		
CN	18.00	33	4.00	55	50.00
CC	4.00	11	3.00	18	16.36
CL	14.00	22	1.00	37	33.64
Total	36.00	66	8.00	110	
%	32.72	60	7.27		100.00

Nota. La variable cuantitativa factor o explicativa Patrón Vertical medida a través del Plano Mandibular se dividió en los niveles Normodivergente (CN), Hipodivergente (CC), Hiperdivergente (CL) y la variable cuantitativa Clase esquelética medida a través del ANB se categorizó en los niveles Clase I (C1), Clase II (C2) y Clase III (C3). Fuente: elaboración propia, marzo de 2016

Tabla 4

Estadística descriptiva de la inclinación del incisivo inferior (IMPA) con respecto al ANB y Plano Mandibular

Plano sagital	N	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Varianza
C1	36	93.36	85	100	3.81	14.52
C 2	66	95.86*	78	107	5.36	28.73
C3	8	85.00	78	94	5.40	29.14
Plano vertical						
CN	55	94.69	78	107	4.58	21.03
CC	18	91.50	78	103	7.38	54.73
CL	37	94.94	78	107	5.85	34.27

Nota. El valor de referencia para la inclinación del incisivo inferior fue el descrito por Tweed donde el IMPA= $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ medido entre el plano G-Me y el Eje axial del incisivo central inferior.

*Todos los valores se encontraban dentro del desvío normal con excepción de las Clases 2 donde la inclinación anteroposterior de los incisivos estaba ligeramente aumentada. Fuente: elaboración propia, marzo de 2016.

Tabla 5

Estadística descriptiva de la extrusión del incisivo inferior (EXTU II) con respecto al ANB y al Plano Mandibular

Plano sagital	N	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Varianza
C 1	36	1.47	-2.0	6	1.46	2.14
C2	66	1.53	-4.0	7	1.98	3.92
C 3	8	1.75	0.5	3	1.13	1.28
Plano vertical						
CN	55	1.40	-3.0	7	1.65	2.73
CC	18	2.02	-1.0	4	1.64	2.79
CL	37	1.47	-4.0	5	1.97	3.88

Nota. La referencia para medir la extrusión del incisivo inferior fue el plano oclusal funcional de Ricketts= 1.25mm+/-2mm. Todas las medias de la extrusión se enmarcaron en la norma. Fuente: elaboración propia, marzo de 2016.

Tabla 6

Estadística descriptiva del tamaño de la sínfisis mandibular (SÍNFISIS) con respecto al ANB y plano mandibular

Plano sagital	N	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Varianza
C1	36	6.78	5	9	1.07	1.15
C2	66	6.32	4	9	1.09	1.20
C3	8	7.12	6	9	0.99	0.98
Plano vertical						
CN	55	6.51	4	9	0.99	0.98
CC	18	7.88	7	9	0.68	0.46
CL	37	5.89	5	8	0.81	0.65

Nota. El valor que se utilizó como referencia para el tamaño de la sínfisis, según Legan y Burstone, fue 7.2 mm +/- 1.9 mm para mujeres y 8.9 mm +/- 1.7mm en varones. . Fuente: elaboración propia, marzo de 2016.

La naturaleza de los datos se definió a través de pruebas de normalidad (estadística paramétrica) concluyendo que cumplían con los criterios de una distribución normal o “Z” (tipo campana de Gaus). Además, por el tamaño de la muestra se podía asumir. Ver anexos

Para todas las variables factores o predictoras (independientes) y para los criterios o variables respuestas (dependiente), una condición o efecto era estadísticamente significativo cuando era improbable que haya sido debido al azar. El nivel de confiabilidad utilizado fue 95%. Una diferencia estadísticamente significativa sólo que había evidencias de una diferencia, mas no significaba que la diferencia era grande o pequeña.

El nivel de significación para las pruebas estadísticas para la verificación de hipótesis se estableció con un estadístico $\alpha=0.05$, fue la probabilidad de tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula cuando ésta es verdadera (error de tipo I, o "falso positivo"). La decisión se tomó utilizando el valor p (o p-valor): si el valor p era inferior al nivel de significación, entonces la hipótesis nula es rechazada.

En el contraste de hipótesis usamos el valor p, que es la probabilidad de obtener un resultado al menos tan extremo como el que realmente se ha obtenido en el estadístico, suponiendo que la hipótesis nula es cierta. El valor p está basado en la asunción de la hipótesis de partida (o hipótesis nula). El valor p es por tanto una medida de significación estadística. Si un contraste de hipótesis proporcionaba un valor p inferior a α , la hipótesis nula era rechazada, siendo tal resultado denominado "estadísticamente significativo". Cuanto menor era el nivel de significación, más fuerte era la evidencia de que un hecho no se debía al azar.

4.2 ANOVA

La prueba de ANOVA o ANDEVA (modelo I o de efectos fijos) suponía para la H_1 que las k muestras eran muestras de K poblaciones distintas y fijas.

Se evaluó si las variables de factores clase esquelética y del patrón de crecimiento vertical, respectivamente, ANB y S-N.GoGn (a la que categorizamos como plano mandibular) estaban relacionadas con las variables dependientes o criterios IMPA, EXTRU II y tamaño de la SÍNFISIS en base a si las medias de la variable criterio eran diferentes en las categorías o tratamientos de la variable factor. Es decir, señalaba si las medias entre dos o más grupos eran similares o diferentes. Si las medias entre los grupos variaban mucho y la media dentro de un grupo varía poco, es decir, los grupos son heterogéneos entre ellos y similares internamente, el valor de F será más alto, y, por tanto, las variables estarán relacionadas. Calculamos el estadístico F o F-test, cuanto más difieren las medias de la variable dependiente entre los grupos de la variable independiente, más alto será el valor de F. En los ANOVA de un factor, aquel con F más alto nos indica que hay más diferencias y por tanto una relación más fuerte entre las variables. Se siguió un nivel de confianza del 95%, cuando la significación (P) de F sea menor de 0,05 era que las dos variables estaban relacionadas.

Tabla 7
ANOVA factor ANB criterio IMPA

N Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
C1 IMPA	36.00	3361.00	93.36	14.52		
C2 IMPA	66.00	6327.00	95.86	28.73		
C3 IMPA	8.00	680.00	85.00	29.14		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	884.79	2.00	442.40	18.35	0.00	3.08
Dentro de los grupos	2580.08	107.00	24.11			
Total	3464.87	109.00				

Nota. $F > VCF \alpha (0.05)$ $P < 0.05$ Se rechazó H_0 . La variable factor ANB influyó significativamente en la respuesta de la variable criterio. H_1 . Al menos una de las medias del IMPA es diferente con un 95% de confiabilidad. Fuente: elaboración propia, abril de 2016

Tabla 8

Comparaciones múltiples Tukey-Kramer para IMPA en función del ANB

Grupo 1	Grupo 2	Diferencia absoluta	n ₁	n ₂	SE SE= $\sqrt{(0.5MS_w (1/n_1 + 1/n_2))}$	SE (Q)	Q	Q Valor crítico	Conclusión para las muestras
93.36	95.86	2.50	36	66	0.719	2.41	3.477	3.36	≠
93.36	85.00	8.36	36	8	1.357	4.559	6.160	3.36	≠
95.86	85.00	10.86	66	8	1.299	4.36	8.360	3.36	≠

Nota. La fórmula para calcular la prueba de Tukey-Kramer se construyó utilizando el "promedio cuadrado dentro", el error estándar, los tamaños de muestra y los promedios. La estadística q se calculó para cada comparación por pares y se comparó con el valor crítico para la distribución de rango t student para q. Para identificar el valor crítico correcto de la tabla, se necesitó el número de grupos y los grados de libertad del error (dentro de los sujetos df). Se produjo un resultado estadísticamente significativo cuando la estadística q excedía el valor crítico. Todas las medias son estadísticamente diferentes con un 95% de confiabilidad.

*SE Varianza del error *MSw Media del error residual o promedio cuadrado (suma de cuadrados/df) *q=diferencia/ SE *Q (df)grados de libertad (n-K) k (número de grupos)

α

*Comparador: SE (Q) Si la diferencia entre dos promedios era mayor que el comparador, se concluyó que los dos promedios no son iguales, en caso contrario se concluyó que sí son iguales. Fuente: elaboración propia, agosto de 2016.

Tabla 9

Análisis de la varianza de un solo factor. Factor ANB Criterio EXTRUII

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
C1 EXTRU II	36.000	53.000	1.472	2.142
C2 EXTU II	66.000	101.200	1.533	3.921
C3EXTRU II	8.000	14.000	1.750	1.286

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.508	2.000	0.254	0.080	0.923	3.081
Dentro de los grupos	338.839	107.000	3.167			
Total	339.347	109.000				

Nota. $F < VCF$, $P > \alpha$. El factor no influyó en el comportamiento de la EXTRUII. Se mantiene H_0 : las medias son estadísticamente similares con un 95% de confiabilidad. Fuente: elaboración propia, abril de 2016.

Tabla 10

ANOVA de un solo factor. Factor ANB Criterio SÍNFISIS

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
C1 SÍNFISIS	36	244	6.778	1.149		
C2 SÍNFISIS	66	417	6.318	1.204		
C3 SÍNFISIS	8	57	7.125	0.982		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8.002	2	4.001	3.414	0.036	3.08
Dentro de los grupos	125.415	107	1.172			
Total	133.418	109				

Nota. $F > VCF$ $P < \alpha$. La variable factor influyó en el comportamiento de la variable criterio tamaño de la sínfisis. Se rechazó H_0 . H_a : Al menos una de las medias es diferente con un 95% de confiabilidad. Fuente: elaboración propia, abril de 2016

Tabla 11

Comparaciones múltiples Tukey-Kramer para SÍNFISIS en función del ANB

Grupo 1	Grupo 2	Diferencia absoluta	n ₁	n ₂	SE SE= $\sqrt{(0.5MS_w (1/n_1 + 1/n_2))}$	SE(Q)	Q	Q Valor crítico	Conclusión
6.778	6.318	0.460	36	66	0.158	0.530	2.911	3.36	=
6.778	7.125	0.347	36	8	0.298	1.001	1.164	3.36	=
6.318	7.125	0.807	66	8	0.238	0.799	3.39	3.36	≠

Nota. La fórmula para calcular la prueba de Tukey-Kramer se construyó utilizando el "promedio cuadrado dentro", el error estándar, los tamaños de muestra y los promedios. La estadística q se calculó para cada comparación por pares y se comparó con el valor crítico para la distribución de rango t student para q. Para identificar el valor crítico correcto de la tabla, se necesitó el número de grupos y los grados de libertad del error (dentro de los sujetos df). Se produjo un resultado estadísticamente significativo cuando la estadística q excedía el valor crítico. El tamaño de la sínfisis era diferente C2 y C3 con un 95% de confiabilidad.

*SE Error estándar *MSw Media del error residual o promedio cuadrado (suma de cuadrados/df) * diferencia/ SE *Q (df)grados de libertad (n-K) *k (número de grupos) α

*Comparador: SE (Q) Si la diferencia entre dos promedios era mayor que el comparador, se concluyó que los dos promedios no son iguales, en caso contrario se concluyó que sí son iguales. Fuente: elaboración propia, agosto de 2016.

Tabla 12

ANOVA de un solo factor. Factor PLANO MAND Criterio IMPA

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CN	55	5208	94.691	21.032
CC	18	1647	91.500	54.735
CL	37	3513	94.946	34.274

110

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	164.735	2	82.367	2.670	0.074	3.081
Dentro de los grupos	3300.137	107	30.842			
Total	3464.872	109				

Nota. $F < VCF$. $P > \alpha$. Se mantuvo H_0 ya que la variable factor no influyó en la respuesta de la variable criterio. H_0 : Las medias son estadísticamente similares con un 95% de confiabilidad. Fuente: elaboración propia, abril de 2016.

Tabla 13

ANOVA de un factor. Factor *PLANO MAND* criterio *EXTRUII*

ANOVA de un factor: Factor 1 ENVO MAND CHENIS EXPRON						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
CN	55	77.2	1.404	2.734		
CC	18	36.5	2.028	2.719		
CL	37	54.5	1.473	3.888		
110						
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5.458	2	2.729	0.874	0.419	3.081
Dentro de los grupos	333.888	107	3.120			
Total	339.346	109				

Nota. $F < VCF$. $P > \alpha$. Se mantuvo H_0 ya que la variable factor no influyó en la variable respuesta. H_0 : Las medias son estadísticamente similares con un 95% de confiabilidad. Fuente: elaboración propia, abril de 2016.

Tabla 14
ANOVA de un factor. Factor PM criterio SÍNFISIS

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
CN	55	358	6.509	0.995		
CC	18	142	7.889	0.458		
CL	37	218	5.892	0.654		
	110					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	48.327	2	24.163	30.385	3.545E-11	3.0812
Dentro de los grupos	85.091	107	0.795			
Total	133.418	109				

Nota. $F > VCF$ $P < \alpha$ Se rechazó H_0 ya que la variable factor afectó a la variable dependiente. H_1 : Al menos una de las medias de la sínfisis es diferente con un 95% de confiabilidad. Fuente: elaboración propia, abril de 2016.

Tabla 15

Comparaciones múltiples Tukey-Kramer para SÍNFISIS en función del PM

Grupo 1	Grupo 2	Diferencia absoluta	n ₁	n ₂	SE SE= $\sqrt{(0.5MS_w (1/n_1 + 1/n_2))}$	SE (Q)	q	Q α Valor crítico	Conclusión
6.509	7.889	1.38	55	18	0.171	0.574	8.070	3.36	≠
6.509	5.892	0.617	55	37	0.134	0.450	4.604	3.36	≠
7.889	5.892	1.997	18	37	0.032	0.106	62.40	3.36	≠

Nota. La fórmula para calcular la prueba de Tukey-Kramer se construyó utilizando el "promedio cuadrado dentro", el error estándar, los tamaños de muestra y los promedios. La estadística q se calculó para cada comparación por pares y se comparó con el valor crítico para la distribución de rango t student para q. Para identificar el valor crítico correcto de la tabla, se necesitó el número de grupos y los grados de libertad del error (dentro de los sujetos df). Se produjo un resultado estadísticamente significativo cuando la estadística q excedió el valor crítico. Las medias de todos los grupos eran diferentes.

*SE Varianza del error *MSw Media del error residual o promedio cuadrado (suma de cuadrados/df) *q (comparador) diferencia/ SE *Q (df) grados de libertad (n-K) *k (número de grupos) α

*Comparador: SE (Q) Si la diferencia entre dos promedios era mayor que el comparador, se concluyó que los dos promedios no son iguales, en caso contrario se concluyó que sí son iguales. Fuente: elaboración propia, agosto 2016.

4.3 ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

Para todos los casos un coeficiente de correlación de Pearson bajo no significaba que no existía relación entre las variables. Las variables pueden tener una relación no lineal. La correlación nunca indicó si los cambios en una variable causaban cambios en la otra, sólo direccionalidad y fuerza de la relación. Pearson (r) fue sensible a datos extremos,

Modelo de regresión lineal simple: $Y = a + bX + \varepsilon$, donde el error son los aspectos que explican a “Y” y que no hemos considerado.

Principio de mínimos cuadrados ordinarios

Todas las observaciones que cayeron en la recta se podían predecir con el modelo ajustado y en las observaciones que no estaban en la recta cometíamos error. La diferencia entre el valor obtenido (“Y”) y la predicción (“ \hat{Y} ”) era el error o residuo. Se Buscó el valor para **a** y para **b** de forma que la suma total de los residuales fuera lo más pequeña posible.

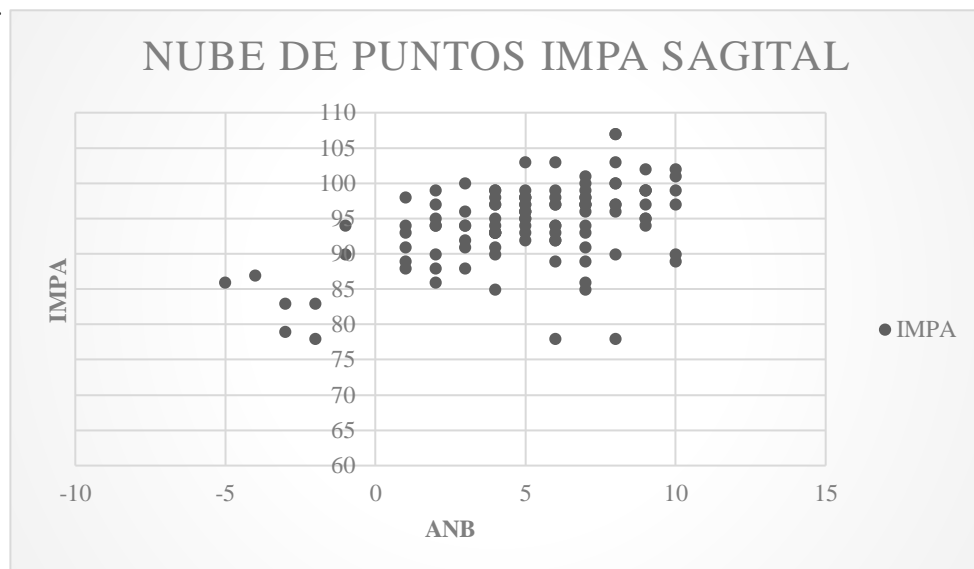


Figura 2. Nube de puntos de la correlación IMPA-ANB. Coeficiente de correlación de Pearson (r) Relación positiva moderada: Pearson $r = 0.479$ ya algunos puntos están cerca de la línea, pero otros puntos están lejos de ella, lo que indica que solo existe una relación lineal moderada entre las variables. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

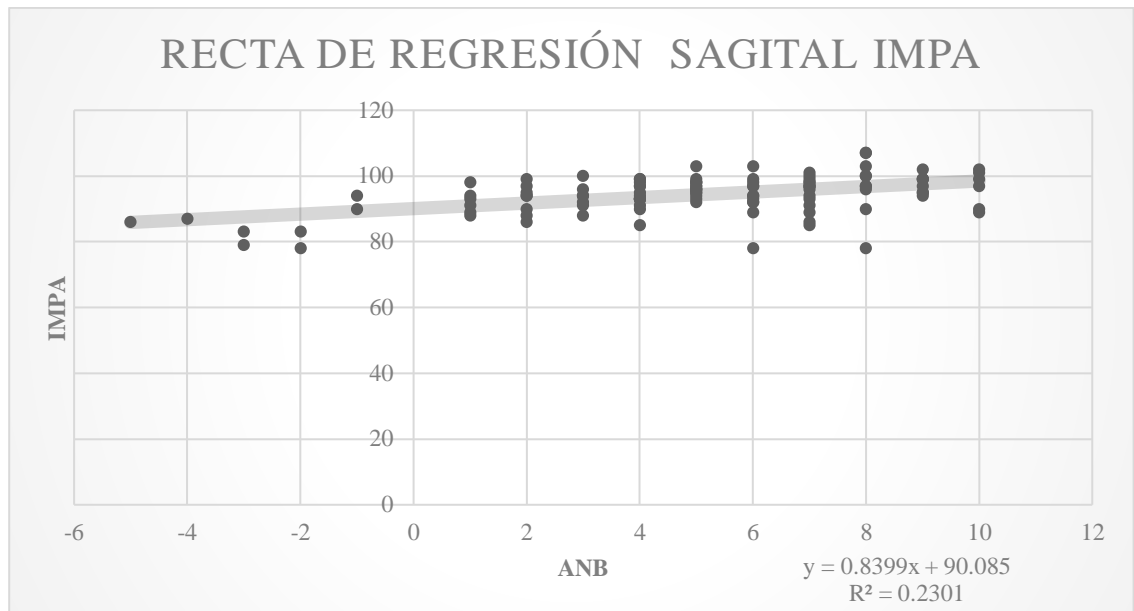


Figura 3. Recta de regresión sagital IMPA-ANB. Ecuación para la recta de mejor ajuste a la nube de puntos. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

4.3.1 ANB -IMPA

El valor de la correlación fue: 0.479 e indicó una correlación directa o positiva moderada.

Recta de mejor ajuste:

La ordenada en el origen (**a**) o intercepción: 90.085 (cuando ANB fue 0)

La pendiente (**b**) : 0.839

Coefficiente de determinación $R^2 = 0.2301$ (bondad de la predicción baja, es decir, que las estimaciones del modelo se podían ajustar en un 23.01% a la variable real).

Se determinó si el valor de la pendiente, el coeficiente estimado de **b** era significativo.

De acuerdo con el análisis de regresión coincidían las rectas de regresión

$$Y = 90.085 + 0.839 \text{ ANB}$$

El coeficiente estimado de **b** fue estadísticamente significativo.

La probabilidad (p-valor) fue 1.14725E-07 y fue menor que $\alpha = 0.05$. El estadístico t de student presentó valor absoluto superior a 2.

El cero no se encontraba dentro del límite superior e inferior.

El coeficiente estimado de **b** fue estadísticamente significativo, ya que el ANB explicaba la variación del IMPA, con un 95% de confianza (100-0.05). Cuando el ANB aumentaba en una unidad, el IMPA lo hacía en 0.8399°.

Tabla 16
Regresión lineal simple. IMPA-ANB

Estadísticas de la regresión								
Coeficiente de correlación múltiple		0.4796						
Coeficiente de determinación R^2		0.230						
R^2 ajustado		0.223						
Error típico		4.970						
Observaciones		110						
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	797.125	797.125	32.270	1.14725E-07			
Residuos	108	2667.747	24.701					
Total	109	3464.872						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	90.085	0.873	103.118	1.0328E-109	88.353	91.817	88.353	91.817
ANB	0.839	0.1478	5.680	1.14725E-07	0.5468	1.133	0.5468	1.133

Nota. El coeficiente estimado de b no fue cero con un 95% de confiabilidad. La clase esquelética afectó al IMPA. Ha: $b \neq 0$. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

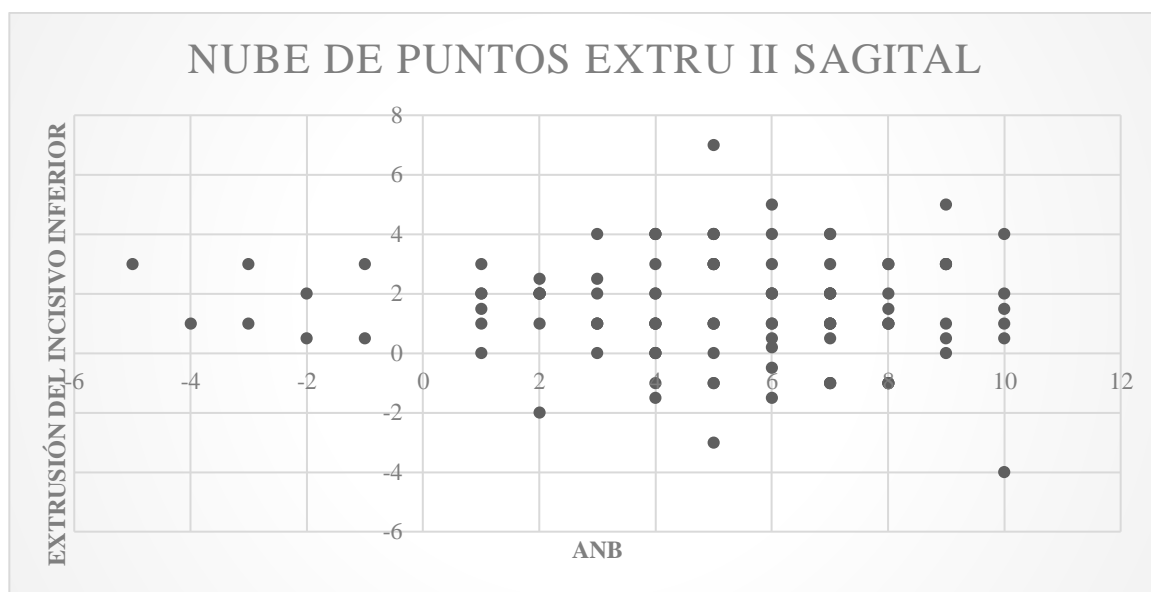


Figura 4. Nube de puntos de la correlación EXTRU II-ANB. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.



Figura 5. Recta de mejor ajuste a la nube de puntos en la regresión sagital EXTRU II-ANB. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

4.3.2 ANB- EXTRUSIÓN DEL INCISIVO INFERIOR

El valor de la correlación es: -0.0519 que indica una correlación indirecta o negativa y muy débil.

Recta de mejor ajuste:

La ordenada en el origen (**a**) es la intercepción: 1.6705 (cuando ANB es 0)

La pendiente (**b**) es: -0.028

Coefficiente de determinación $R^2 = 0.0027$ (2.7%)

Ahora pasamos a determinar si el valor de la pendiente, el coeficiente estimado de **b** es significativo.

De acuerdo con el análisis de regresión coinciden las rectas de regresión

$$Y = 1.6705 - 0.028 \text{ ANB}$$

Contraste de hipótesis

El coeficiente estimado de b fue estadísticamente significativo.

La probabilidad (p-valor) fue 0.5897 y mayor que $\alpha = 0.05$. El estadístico t de student con un valor absoluto inferior a 2.

El cero se encuentra dentro del límite superior e inferior.

El coeficiente estimado de **b** no es estadísticamente significativo, ya que el ANB no explica la variación de la extrusión del incisivo inferior.

Tabla 17

Regresión lineal simple EXTRU II-ANB

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.052							
Coefficiente de determinación R^2	0.002							
R^2 ajustado	-0.006							
Error típico	1.770							
Observaciones	110							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0.916	0.916	0.292	0.589			
Residuos	108	338.430	3.133					
Total	109	339.346						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	1.670	0.311	5.368	4.58371E-07	1.053	2.287	1.053	2.2872
ANB	-0.028	0.0526	-0.540	0.589	-0.132	0.076	-0.132	0.075

Nota. El coeficiente estimado de b no fue estadísticamente significativo. La clase esquelética no afectó a la EXTRUII. $H_0: b = 0$. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

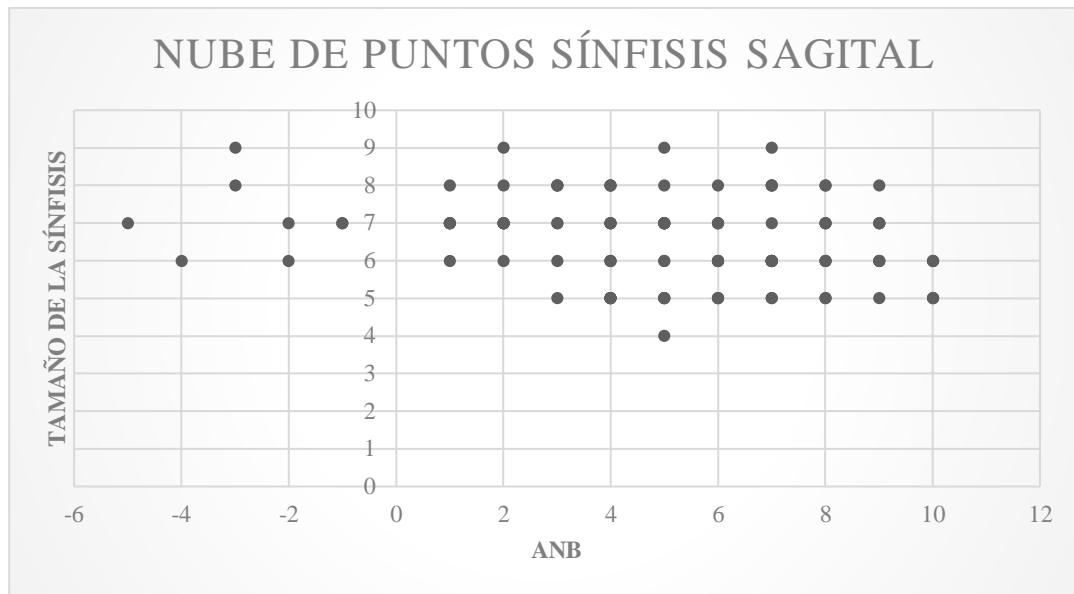


Figura 6. Nube de puntos de la correlación EXTRU II-ANB. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

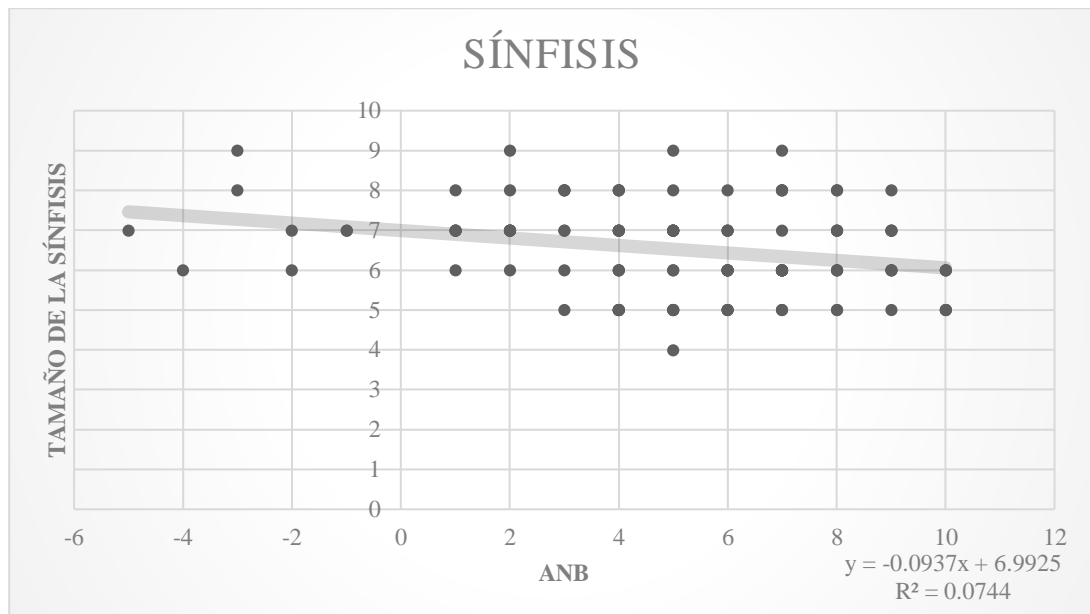


Figura 7. Recta de mejor ajuste a la nube de puntos en la regresión sagital EXTRU II-ANB. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

4.2.3 ANB- TAMAÑO DE LA SÍNFISIS

El valor de la correlación fue: -0.2727 que indicó una correlación negativa y débil.

Recta de mejor ajuste:

La ordenada en el origen (**a**) fue la intercepción: 6.9922 (cuando ANB era 0)

La pendiente (**b**) fue: -0.0937

Coefficiente de determinación $R^2 = 0.0743$ (7,43%)

Era necesario determinar si el valor de la pendiente, el coeficiente estimado de **b**, era significativo.

De acuerdo con el análisis de regresión coinciden las rectas de regresión

$$Y = 6.9922 - 0.0937\text{ANB}$$

Contraste de hipótesis

El coeficiente estimado de **b** es estadísticamente significativo.

La probabilidad (p-valor) fue 0.0039 y era menor que $\alpha = 0.05$. El estadístico t de student con un valor absoluto superior a 2.

El cero no se encontraba dentro del límite superior e inferior. El coeficiente estimado de **b** era estadísticamente significativo, ya que el ANB explicaba la variación del tamaño de la sínfisis, con un 95% de confianza (100-0.05). Cuando el ANB aumentaba en una unidad, el tamaño de la sínfisis disminuía en 0.093 mm.

Tabla 18
Regresión lineal simple SÍNFISIS-ANB

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.272							
Coefficiente de determinación R^2	0.074							
R^2 ajustado	0.0658							
Error típico	1.069							
Observaciones	110							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	9.924	9.924	8.679	0.0039			
Residuos	108	123.493	1.1434					
Total	109	133.418						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	6.992	0.188	37.201	2.10017E-63	6.619	7.365	6.619	7.365
ANB	-0.093720833	0.031	-2.946	0.004	-0.156	-0.030	-0.156	-0.030

Nota. El coeficiente estimado de b no fue cero con un 95% de confiabilidad. La clase esquelética afectó al tamaño de la sínfisis mandibular. Ha: $b \neq 0$. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

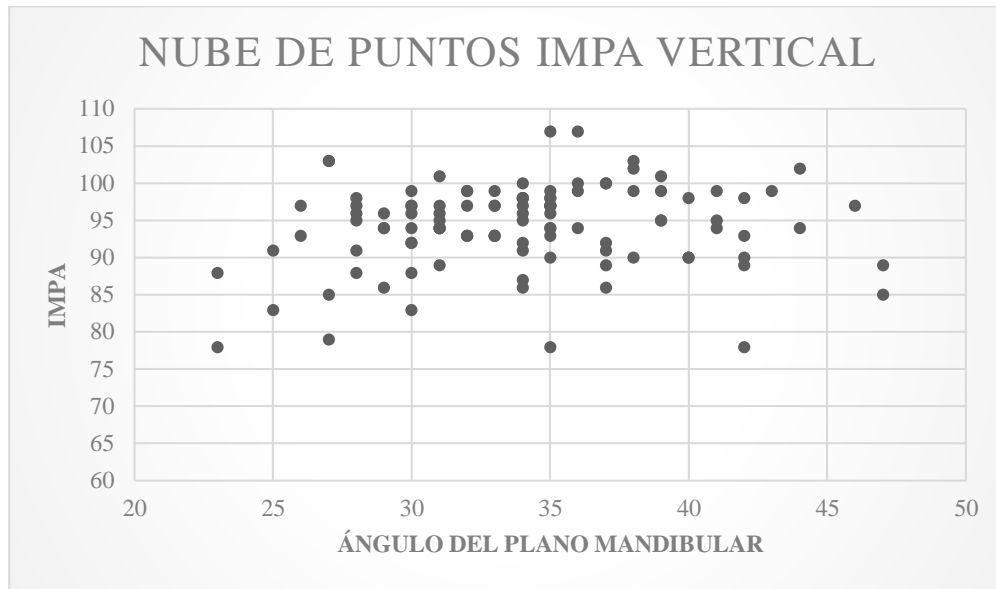


Figura 8. Nube de puntos de la correlación IMPA-PLA MAND. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

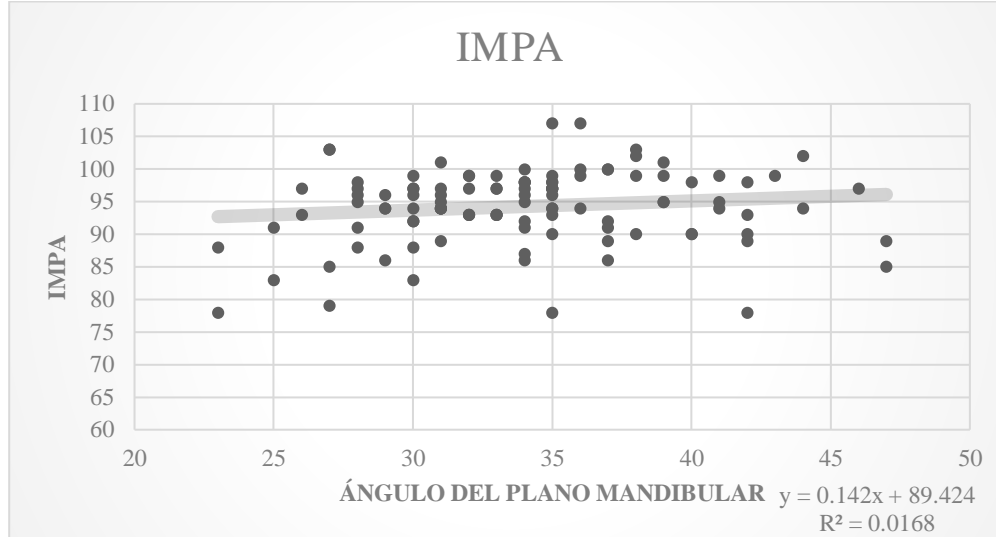


Figura 9. Recta de mejor ajuste a la nube de puntos en la regresión IMPA-PLAN MAND. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

4.3.4 PLANO MANDIBULAR-IMPA

El valor de la correlación es: 0.129 que indicó una correlación positiva y débil.

Recta de mejor ajuste:

La ordenada en el origen (**a**) fue la intercepción: 89.424

La pendiente (**b**) es: 0.142

Coefficiente de determinación $R^2 = 0.016$

Ahora se determinará si el valor de la pendiente, el coeficiente estimado de **b** era significativo.

De acuerdo con el análisis de regresión coinciden las rectas de regresión

$Y = 89.4243 + 0.1420 \text{ PLANO MAND}$

Contraste de hipótesis

El coeficiente estimado de **b** no fue estadísticamente significativo.

La probabilidad (p-valor) es 0.1772 y fue mayor que $\alpha = 0.05$. El estadístico t de student fue en valor absoluto menor a 2.

El cero se encontraba dentro del límite superior e inferior.

El coeficiente estimado de **b** no fue estadísticamente significativo, ya que el ángulo del plano mandibular no explicaba la variación del IMPA.

Tabla 19
Regresión lineal simple IMPA-PLAN MAND

Estadísticas de la regresión								
Coeficiente de correlación múltiple	0.129							
Coeficiente de determinación R^2	0.016							
R^2 ajustado	0.007							
Error típico	5.616							
Observaciones	110							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	58.194	58.194	1.844	0.177			
Residuos	108	3406.677	31.543					
Total	109	3464.872						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	89.424	3.596	24.866	1.66772E-46	82.296	96.552	82.296	96.552
PL MANDI	0.1420	0.104	1.358	0.177	-0.065	0.349	-0.065	0.349

Nota. El coeficiente estimado de b no fue estadísticamente significativo. El patrón vertical no afectó al IMPA. $H_0: b = 0$. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

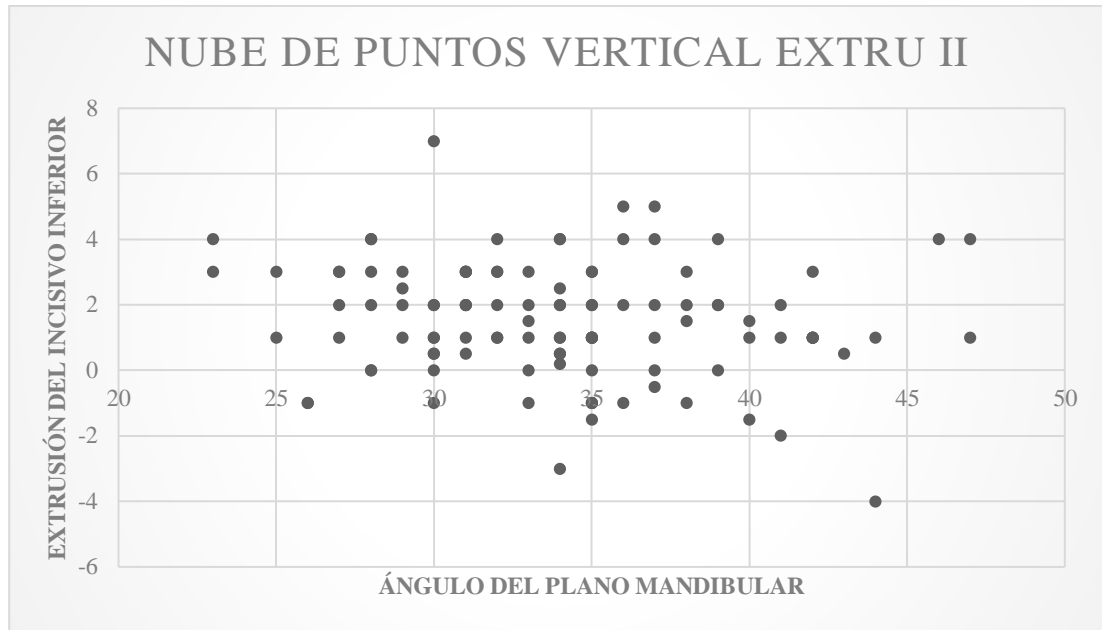


Figura 10. Nube de puntos de la correlación EXTRU II-PLA MAND. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

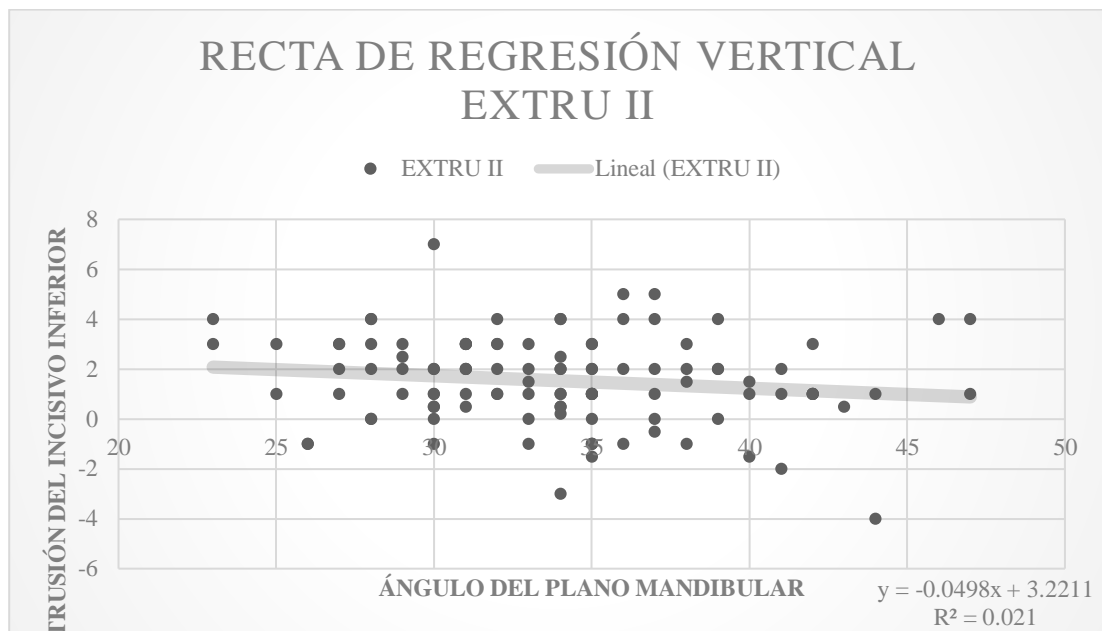


Figura 11. Recta de mejor ajuste a la nube de puntos de la regresión EXTRU II-PLAN MAND. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

4.3.5 PLANO MANDIBULAR EXTRUSIÓN DEL INCISIVO INFERIOR

El valor de la correlación fue: -0.145 que indicaba una correlación negativa y débil.

Recta de mejor ajuste:

La ordenada en el origen (**a**) era la intercepción: 3.221

La pendiente (**b**) era: -0.049

Coefficiente de determinación $R^2 = 0.021$ (2.1%)

Determinación si el valor de la pendiente, el coeficiente estimado de **b** era significativo.

De acuerdo con el análisis de regresión la recta fue:

$Y = 3.221 - 0.049 \text{ PLANO MAND}$

Contraste de hipótesis

El coeficiente estimado de **b** no fue estadísticamente significativo.

La probabilidad (p-valor) fue 0.130 y fue mayor que $\alpha = 0.05$. El estadístico t de student era en valor absoluto menor a 2.

El cero se encontraba dentro del límite superior e inferior.

El coeficiente estimado de **b** no era estadísticamente significativo, ya que el ángulo del plano mandibular no explicaba la variación de extrusión del incisivo inferior.

Tabla 20
Regresión lineal simple EXTRU II-PLAN MAND

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.145
Coefficiente de determinación R^2	0.021
R^2 ajustado	0.012
Error típico	1.754
Observaciones	110

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	7.140	7.140	2.321	0.130			
Residuos	108	332.206	3.076					
Total	109	339.347						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	3.221	1.123	2.868	0.005	0.995	5.447	0.995	5.447
PL MANDI	-0.049	0.0326	-1.523	0.130	-0.114	0.0149	-0.114	0.015

Nota. El coeficiente estimado de b no fue estadísticamente significativo. La clase esquelética no afectó a la EXTRUII. H_0 : $b = 0$. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

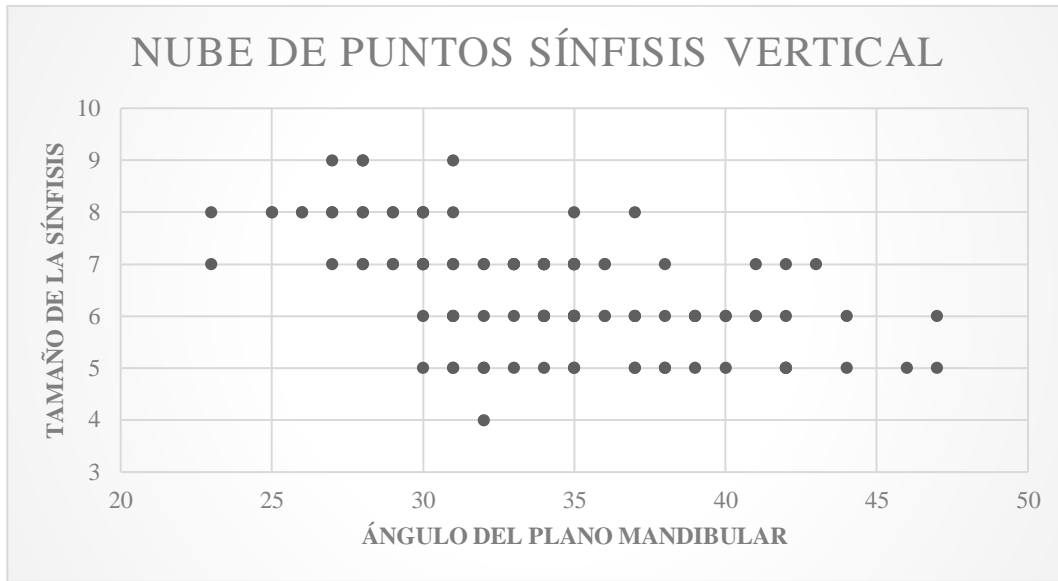


Figura 12. Nube de puntos de la correlación SÍNFISIS -PLA MAND. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

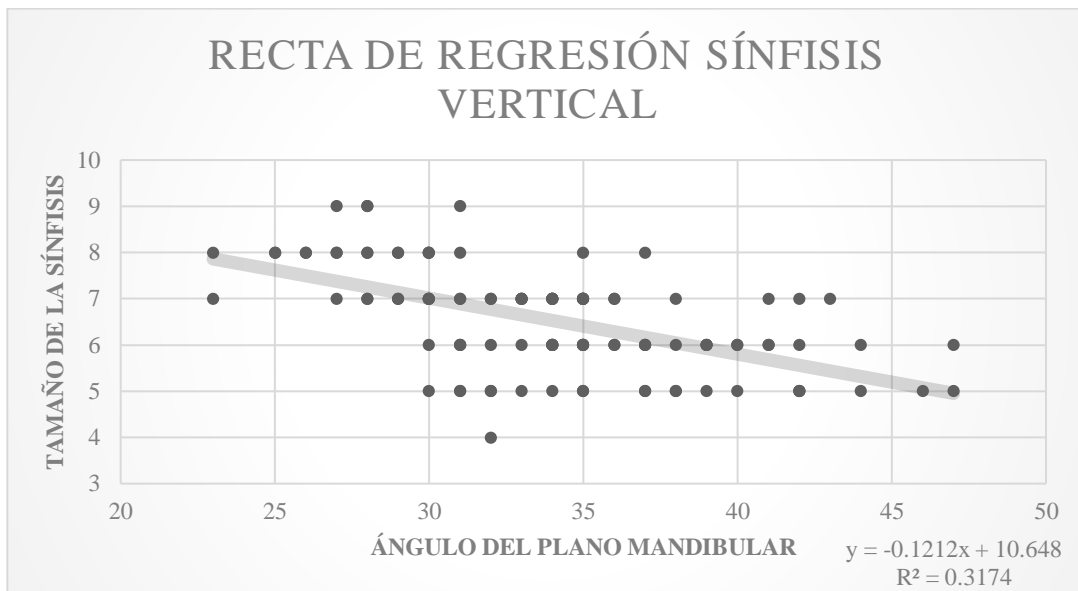


Figura 13. Recta de regresión SÍNFISIS-PLAN MAND. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

4.3.6 PLANO MANDIBULAR- TAMAÑO DE LA SÍNFISIS

El valor de la correlación fue: -0.5633 que indica una correlación negativa.

Recta de mejor ajuste:

La ordenada en el origen (**a**) era la intercepción: 10.647

La pendiente (**b**) era: -0.1212

Coefficiente de determinación $R^2 = 0.3174$ (31.74)

Se determinó si el valor de la pendiente, el coeficiente estimado de **b** era significativo.

De acuerdo con el análisis de regresión coinciden las rectas de regresión

$Y = 10.6475 - 0.1212 \text{ PLANO MAND}$

Contraste de hipótesis

El coeficiente estimado de **b** fue estadísticamente significativo.

La probabilidad (p-valor) era 1.48044E-10 y era menor que $\alpha = 0.05$. El estadístico t de student tenía un valor absoluto superior a 2.

El cero no se encontraba dentro del límite superior e inferior.

El coeficiente estimado de **b** era estadísticamente significativo, ya que el PLANO MANDIBULAR explicaba la variación del tamaño de la sínfisis, con un 95% de confianza (100-0.05). Cuando el PLANO MAND aumentaba en una unidad, el tamaño de la sínfisis disminuía en 0.1212 mm.

Tabla 21
Regresión lineal simple SNFISIS-PLAN MAND

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.563
Coefficiente de determinación R^2	0.317
R^2 ajustado	0.311
Error típico	0.918
Observaciones	110

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	42.346	42.346	50.217	1.48044E-10			
Residuos	108	91.071	0.843					
Total	109	133.418						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	10.647	0.588	18.108	1.66716E-34	9.482	11.813	9.482	11.813
PL MANDI	-0.121	0.017	-7.086	1.48044E-10	-0.155	-0.087	-0.155	-0.087

Nota. El coeficiente estimado de b no era cero con un 95% de confiabilidad. El patrón vertical afectó al tamaño de la sínfisis mandibular. Ha: $b \neq 0$. Fuente: elaboración propia, septiembre 2016.

Tabla 22

Resumen de ANOVA-Método de efectos fijos

Factores	Variable	Niveles o tratamientos	Interés o variable respuesta	Contraste	Conclusión
Clase esquelética	ANB	C1	IMPA	$F > VCF, P < \alpha^a$	H ₁ : Al menos una de las medias del IMPA es diferente con un 95% de confiabilidad.
		C2	EXTRUII	$F < VCF, P > \alpha$	H ₀ : las medias de la EXTRUII son estadísticamente similares con un 95% de confiabilidad.
		C3	SÍNFISIS	$F > VCF, P < \alpha^a$	H ₁ : Al menos una de las medias de la SÍNFISIS es diferente con un 95% de confiabilidad.
Patrón vertical	Plano Mandibular	CN	IMPA	$F < VCF, P > \alpha$	H ₀ : Las medias del IMPA son estadísticamente similares con un 95% de confiabilidad.
		CC	EXTRUII	$F < VCF, P > \alpha$	H ₀ : las medias de la EXTRUII son estadísticamente similares con un 95% de confiabilidad.
		CL	SÍNFISIS	$F > VCF, P < \alpha^a$	H ₁ : Al menos una de las medias de la SÍNFISIS es diferente con un 95% de confiabilidad.

Nota. Las variables de interés o respuestas que se vieron afectadas por los tratamientos fueron el IMPA en el plano sagital y la SÍNFISIS por ambos factores

^a $F > VCF, P < \alpha$ Contraste estadísticamente significativo.

Fuente: elaboración propia, noviembre de 2016.

Tabla 23

Comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

Factor	Criterio	Grupo 1	Grupo 2	Diferencia absoluta	n ₁	n ₂	SE	SE(Q)	q=(diferencias/SE)	Q _α Valor crítico	Conclusión
ANB	IMPA	C1	C2	2.50	36	66	0.719	2.415	3.477	3.36	≠
		C1	C3	8.36	36	8	1.357	4.559	6.160	3.36	≠
		C2	C3	10.86	66	8	1.299	4.364	8.360	3.36	≠
ANB	SÍNFISIS	C2	C3	0.807	66	8	0.238	0.799	3.39	3.36	≠
PM	SÍNFISIS	CN	CC	1.38	55	18	0.171	0.574	8.070	3.36	≠
PM	SÍNFISIS	CN	CL	0.617	55	37	0.134	0.450	4.604	3.36	≠
PM	SÍNFISIS	CC	CL	1.997	18	37	0.032	0.108	62.40	3.36	≠

Nota. La estadística q se calculó para cada comparación por pares y se comparó con el valor crítico para la distribución de rango t student para q. Para identificar el valor crítico correcto de la tabla, se necesitó el número de grupos y los grados de libertad del error (dentro de los sujetos df). Se produjo un resultado estadísticamente significativo cuando la estadística q excedía el valor crítico. Todas las medias son estadísticamente diferentes con un 95% de confiabilidad.

Prueba de Tukey para experimentos desbalanceados. Fuente: elaboración propia, noviembre 2016.

Tabla 24

Resumen de la Regresión lineal simple-Método de mínimos cuadrados

Explicativa	Respuesta	Correlación	Coefficiente de determinación R ²	Recta de ajuste $Y = a + b X$	p-valor	t	H	Inferencia
ANB	IMPA	0.479	0.2301	$Y = 90.085 + 0.839 \text{ ANB}$	1.147E-07	5.680	$H_1: b \neq 0$	Cuando el ANB aumentaba en una unidad, el IMPA lo hacía en 0.839°
ANB	EXTRUII	-0.0519	0.0027	$Y = 1.6705 - 0.028 \text{ ANB}$	0.589	0.540	$H_0: b = 0$	La variabilidad de la EXTRUII se podía predecir por su media
ANB	SÍNFISIS	-0.2727	0.0743	$Y = 6.9922 - 0.0937 \text{ ANB}$	0.003	2.946	$H_1: b \neq 0$	Cuando el ANB aumentaba en una unidad, el tamaño de la sínfisis disminuía en 0.093 mm.

Nota. Para todos los casos $\alpha=0.05$. Se consideraba el valor absoluto **t (de Student)**.

*(a) ordenada en el origen *(b) pendiente. Si el valor estimado de b no es significativo la variabilidad se explica por la media de la variable a explicar. Fuente: elaboración propia, noviembre 2016.

Tabla 25

Resumen de la Regresión lineal simple-Método de mínimos cuadrados

Explicativa	Respuesta	Correlación	Coefficiente de determinación R ²	Recta de ajuste Y= a + b X	p-valor	t	H	Inferencia
PM	IMPA	0.129	0.016	Y= 89.424 + 0.142 PM	0.177	1.358	H ₀ :b=0	La variabilidad del IMPA se podía predecir por su media.
PM	EXTRUII	-0.145	0.021	Y= 3.221 - 0.049 PM	0.130	1.523	H ₀ : b=0	La variabilidad de la EXTRUII se podía predecir por su media.
PM	SÍNFISIS	-0.563	0.317	Y=10.6475 -0.1212 PM	1.480E-10	7.086	H ₁ :b≠0	P.M. explicaba la variabilidad del tamaño de la sínfisis, con un 95% de confianza. Cuando el P.M. aumentaba en una unidad, el tamaño de la sínfisis disminuía en 0.1212 mm.

Nota. Para todos los casos $\alpha=0.05$. Se consideraba el valor absoluto **t (de Student)**.

*(a) ordenada en el origen *(b) pendiente. Fuente: elaboración propia, noviembre 2016.

4.4 DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

En la presente investigación se utilizó la técnica estadística de ANOVA de un factor que nos señala si las medias entre dos o más grupos son similares o diferentes. Además, con el análisis de correlación se estudia el grado de asociación de dos o más variables y la direccionalidad de la relación. También se utiliza un modelo de regresión lineal para especificar y estimar la manera en la que las variables de interés, que son la posición axial y la extrusión del incisivo y el tamaño de la sínfisis mandibular, podían ser explicadas por la clase esquelética sagital y el patrón de crecimiento vertical. El objetivo de la regresión lineal simple es encontrar la mejor recta de ajuste, entre todas las posibles, dentro de la nube de puntos y establecer si la relación es lineal o no. Los pacientes fueron agrupados en función de la clase esquelética sagital y del patrón vertical de crecimiento.

Jacobson (1975) concluyó que para relacionar antero-posteriormente la base apical maxilar y la mandibular no se debía tomar como referencia la base del cráneo. El autor propuso la evaluación denominado “Wits”. En un estudio realizado por Oktay (1991) se evaluaron cefalometrías de 63 individuos de género masculino y 82 de género femenino para determinar la relación de las bases apicales y afirmó que la evaluación Wits, AF-BF y el criterio de determinación de las bases apicales APDI no eran más confiables en diagnóstico clínico que el ángulo ANB. Andrade y Freitas (2004) estudiaron la relación anteroposterior en las radiografías laterales de 41 personas con el color de piel amarilla (mongoloide), 22 mujeres y 19 hombres, en el que evaluaron cinco medidas cefalométricas, los ángulos ANB, FABA y las evaluaciones de Wits, Tpi y ProjUSP. Se concluyó que no había diferencia significativa entre cualquiera de los cinco métodos de evaluación de la relación anteroposterior; sin embargo, los métodos y WITS, TPi no deben ser usados para estudiar la relación entre los maxilares en individuos de color amarillo, porque los porcentajes de acuerdo son muy bajos (25,0% y 37,5% respectivamente).

En esta investigación la relación esquelética sagital se determinó con el valor del ANB y como método de comparación utiliza la medida de Wits. Se calculó el Coeficiente kappa

de Cohen como una medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia de las observaciones ($K=0.67$).

Isaacson J., Isaacson R. y Speidel (1971) diseñaron un estudio con el fin de evaluar las relaciones entre parámetros verticales y rotación mandibular para examinar variaciones extremas en el crecimiento facial. Kao (1997) realizó un estudio en donde comparó diversos análisis cefalométricos para determinar un diagnóstico más certero para el patrón facial; los análisis que comparó fueron el de Sassouni, Tweed, Steiner y el ODI del análisis de Kim. Se determinó que el aumento del ángulo GoGn.SN es una característica de la estructura de la mordida abierta anterior. En esta investigación los pacientes en el plano vertical fueron clasificados siguiendo este criterio. Se dividió a los pacientes de acuerdo con el grado del plano MP.SN como bajo (menos de 26 grados), promedio (32°) o alto (superior a 38 grados).

De acuerdo con Goldsman (1959) la compensación dental actúa para camuflar la discrepancia anteroposterior y vertical entre los maxilares y lograr una relación incisal “normal”. En las clases II, el incisivo el inferior se proinclinan mientras que en las clases III, el incisivo el inferior se retroinclinan para buscar el contacto oclusal. Esta investigadora encontró que el promedio de inclinación del incisivo inferior variaba en función de la clase esquelética, siendo en las Clases 1 el promedio 93.36°, en las Clase 2 se observó el mayor promedio de inclinación (95.86°) y en la Clase 3 fue 85°. De acuerdo con el contraste de hipótesis realizado con el estadístico F y la significancia α , las diferencias entre las medias son esEl patrón vertical interactúa para compensar la diferencia entre los maxilares variando la longitud de la sínfisis y la erupción de los incisivos según Goldsman (1959). La autora no encontró diferencias significativas en la erupción incisivo en el plano vertical ni sagital ($F < VCF$, $P > \alpha$). Con respecto al tamaño de la sínfisis sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($F > VCF$, $P < \alpha$); los valores obtenidos en las comparaciones múltiples Tukey-Kramer indican que todas las medias son diferentes entre sí y por ende el tamaño de la sínfisis mandibular responde a las variaciones del patrón vertical. En el plano sagital, las diferencias significativas se encuentran solo entre los pacientes clase 2 y clase 3. Los resultados coinciden también con los encontrados por Bibby (1980) quien destacó que, en el plano sagital, la relación incisal variaba según al

prognatismo del maxilar y la mandíbula con la base craneal anterior. Entre las medidas dentales de esta investigación, los resultados mostraron que, en las clases II, los incisivos inferiores estaban muy volcados o proinclinados, mientras que, en las clases III están muy enderezados o retroinclinados.

Nahoum (1972) comparó cefalogramas de noventa y dos sujetos masculinos con buenas oclusiones, 18 personas con clase II de Angle con mordida abierta anterior, y 18 personas con mordida abierta y prognatismo mandibular (y clase III de Angle). La altura facial anterior fue mayor en los grupos de prognatismo mandibular que el control o Clase II. En la presente investigación los 110 pacientes se clasificaron en el plano vertical como: 37 hiperdivergentes (CL), de los cuales 14 eran C1, 22 C2 y 1 C3. Los pacientes clasificados como hipodivergente (CC) fueron 18 divididos en 4 C1, 11 C2 y 3 C3. El 33.33 % de los pacientes clase 2 también eran hiperdivergentes y el 12,5% de los pacientes clase 3 eran hiperdivergentes, los resultados contrastan e indican más mordidas abiertas en las clases 2.

Beckmann, Kuitert, Prahl-Andersen, Segner y Tuinzing (1928) investigaron si en el maxilar y en la mandíbula la estructura del hueso alveolar y basal sagital medial anterior estaba relacionada con la sobremordida. El grupo de mordida abierta mostró áreas alveolares y basales transversales maxilares y mandibulares significativamente más pequeñas en comparación con otros grupos. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la presente investigación donde se ha probado estadísticamente que el tamaño de la sínfisis se relaciona con el incremento o disminución del ángulo del plano mandibular, contraste de hipótesis $F > VCF$, $P < \alpha$. Las comparaciones múltiples fueron significativas.

Li JL, Li XB, Li JY, Qiao y Peng (2008) estudiaron la asociación del espesor alveolar mandibular anterior y los tipos esqueléticos faciales verticales y sagitales. Concluyeron que el tipo esquelético sagital tenía poca influencia en la morfología alveolar anterior, pero el tipo esquelético vertical tenía una fuerte conexión con el espesor anterior del hueso alveolar. La investigadora coincide parcialmente con estos resultados ya que encontró diferencias estadísticamente significativas para las medias de la sínfisis tanto en el plano sagital como en el vertical.

Los resultados obtenidos muestran que la morfología de la sínfisis en diferentes patrones faciales verticales está bien definida coincidiendo con Gracco, Luca, Bongiorno y Siciliani

(2010). En los tipos faciales hipodivergentes (CC) las sínfisis son gruesas y de gran profundidad mientras que en los tipos faciales hiperdivergentes, son delgadas.

Molina, Llopis, Flores y Puigdollers (2013) compararon la compensación dentoalveolar del incisivo inferior y la morfología de la sínfisis en pacientes españoles clase I y III con diferentes patrones esqueléticos verticales faciales. La investigadora coincide en que el patrón vertical facial es un factor significativo en la morfología de la sínfisis, pero no encontró una estadística significativa relacionada a la inclinación del incisivo. En el plano sagital encontró diferencias significativas para las medias de la clase 1, clase 2 y clase 3. Los pacientes clase III cara corta tienen un mayor espesor de hueso alveolar. En la presente investigación se puede inferir que la inclinación del incisivo inferior en el plano sagital es una función de la clase esquelética, ya que su valor aumenta o disminuye según la variación del ANB: a mayor ANB mayor inclinación del IMPA; sin embargo, la extrusión del incisivo no es una función lineal de la clase esquelética. Por otra parte, en el patrón vertical la inclinación y extrusión del incisivo inferior se pueden predecir por su media.

Los cambios que se producen en la inclinación de los incisivos inferiores para compensar las discrepancias esqueléticas sagitales pueden causar remodelado de la sínfisis mandibular, afectando a su morfología, la compensación dentoalveolar sucede como resultado de la discrepancia anteroposterior entre las arcadas se debe reflejar en la morfología y en las dimensiones de la sínfisis coincidiendo con lo expuesto por Al-Khateeb, Al Maaitah, Alhaija y Badran, 1998.

La compensación dentoalveolar en la maloclusión clase II/1 implica un incisivo superior normal o enderezado y un incisivo inferior proinclinado. La proinclinación del incisivo inferior aumenta la longitud de la arcada inferior. En la maloclusión de clase II/2 la acción labial sobre el segmento incisivos es la principal responsable de la relación incisal.

En las caras largas con tendencia a la mordida abierta es frecuente encontrar una sínfisis pequeña y alargada, mientras que, en las caras cortas con sobremordida profunda se observa una sínfisis cortas y anchas. La compensación dentoalveolar es muy variable y difiere de un paciente a otro. Es importante determinar las alturas y las inclinaciones dentoalveolares cuando tratamos una maloclusión para que la biomecánica no sea contraria a las necesidades biológicas.

4.5 CONCLUSIONES

El crecimiento y el desarrollo cráneo facial son procesos morfogénicos encaminados hacia un estado de equilibrio funcional y estructural entre las múltiples partes regionales del tejido duro y blando en crecimiento.

La posición e inclinación del incisivo inferior es el punto de partida para la planificación ortodóncica ya que alcanzar una posición estable es un objetivo de tratamiento.

La sínfisis mandibular es el factor anatómico que limita el movimiento de los incisivos y, por consiguiente, su morfología y dimensiones tienen un impacto sobre el diagnóstico y el plan de tratamiento.

Dentro del complejo dentofacial existe una propiedad compensatoria, la cual preserva la armonía en las proporciones del patrón facial.

La mordida abierta y la sobremordida profunda son los problemas muy comunes y difíciles de tratar en ortodoncia de manera exitosa, si no se realiza un correcto diagnóstico es muy frecuente su recidiva. Los diferentes patrones de crecimiento vertical afectan la posición e inclinación dental, así como otras relaciones esqueléticas.

Los principales sitios de crecimiento mandibular postnatal son el cartílago condilar, los bordes posteriores de la rama y los rebordes alveolares. Estos sitios son de aposición ósea y llevan a cabo el logro en altura, anchura y longitud mandibular. Sin embargo, hay numerosas zonas de modelación que están sujetas a influencias locales funcionales que involucran reabsorción selectiva y desplazamiento de elementos mandibulares individuales.

En los estudios sobre la morfología de la sínfisis mandibular en los patrones sagitales, apenas se observan diferencias entre las maloclusiones. Sin embargo, esas leves variaciones en la sínfisis mandibular entre las diferentes maloclusiones sagitales pueden ser de importancia clínica porque usadas en combinación con otros datos cefalométricos y con predictores de crecimiento pueden ayudar durante el diagnóstico a identificar el patrón esquelético y la predicción del tamaño o la dirección de crecimiento.

El desarrollo facial muestra un vector de crecimiento anteroinferior relativamente constante y podemos considerar que sigue aproximadamente un patrón de crecimiento

somático o general. Este tipo de crecimiento parece estar bajo un control genético intrínseco muy marcado.

La inclinación compensatoria de los incisivos maxilares y mandibulares conduce a una relación incisal normal a pesar de tratarse de diferentes relaciones esqueléticas sagitales.

Las discrepancias entre la morfología dentoalveolar y las relaciones esqueléticas verticales pueden resultar en una mordida profunda o abierta.

La compensación dental tiene dos componentes principales en la dimensión vertical: el primero es el desarrollo vertical de las alturas dentoalveolares y basales y el segundo es la inclinación incisal.

En las caras largas con tendencia a la mordida abierta es frecuente encontrar una sínfisis pequeña, estrecha y alargada, mientras que, en las caras cortas con sobremordida profunda se observa una sínfisis aumentada, ancha y acortada. La variación en las dimensiones de la sínfisis altera la cantidad de hueso efectivo para albergar a los dientes y condiciona las posibles opciones terapéuticas, al mismo tiempo que altera la armonía del perfil.

Es importante determinar las alturas y las inclinaciones dentoalveolares cuando tratamos una maloclusión para que la biomecánica no sea contraria a las necesidades biológicas. Los parámetros descompensados pueden ser compensados para camuflar una maloclusión, mientras que cuando existe compensación previa al tratamiento, la mecánica debe evitarlas para no empeorar el pronóstico, la estabilidad y la estética.

4.6 RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista clínico se sugiere continuar que el protocolo de atención para los pacientes sea siempre en función de la causa o del origen de la maloclusión. Respetando los límites del movimiento dental para evitar problemas funcionales y periodontales.

Desde el punto de vista metodológico, se recomienda ampliar el campo de la investigación, por ejemplo, comparando diferentes técnicas para la corrección para las diferentes maloclusiones sagitales y patrones verticales de crecimiento en diferentes pacientes y haciendo reevaluaciones post-tratamiento a largo plazo.

Crear una revista de publicación de casos clínicos, investigaciones y revisiones bibliográficas en el área de ortodoncia. La investigación debe ser vista como parte del proceso de crear conocimiento a través del descubrimiento y del análisis.

Lograr un manejo digital de las radiografías, modelos del paciente y demás registros diagnósticos del paciente. Una clínica de ortodoncia ecológica.

Desde el punto de vista investigativo se recomienda continuar con esta línea de investigación en la Maestría de Ortodoncia de la Universidad de Panamá. El modelo de efectos fijos de análisis de la varianza se aplica a situaciones en las que el experimentador ha sometido al grupo analizado a varios factores, cada uno de los cuales le afecta sólo a la media, permaneciendo la "variable respuesta" con una distribución normal.

Se recomienda realizar investigaciones más allá de los aspectos descriptivos para poder lograr los beneficios de la inferencia estadística que pretende permear los resultados más allá de los sujetos analizados.

Sin importar el tema o los objetivos de un estudio, que pueden ser de mayor o menor interés para el lector o para la comunidad científica, lo que siempre se debe perseguir es que el estudio sea preciso y válido.

4.7 REFERENCIAS

- Águila, J., (1996). *Manual de Cefalometría*. Caracas, Venezuela, Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas.
- Angle, E. H., (1899). Classification of malocclusions. *Dent Cosmos*, 41:248-264.
- Benedicto E de N., Kairalla, S., Oliveira, GMS., Junior LRM., Rosário, HD., y Paranhos, LR. (2016). Determination of vertical characteristics with different cephalometric measurements. *Eur J Dent.*,10(1):116–20.
- Beckmann, SH., Kuitert, R., Prah-Andersen, B., Segner, D., y Tuinzing, DB., (1998). Alveolar and skeletal dimensions associated with overbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,113: 443–452.
- Bermúdez, P., Arbeláez A., Pineda, G., Marín C., Acosta, F., Ortiz, MN, et al., (2011). Perfil epidemiológico de la oclusión dental, en escolares de 6 a 12 años del colegio Universidad Cooperativa de Colombia, corregimiento de San Antonio de Prado 2010. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*, Vol 2, No 5.
- Bishara, S., 2003. *Ortodoncia*, México D.F., Ed Mc Graw Hill, Capitulo No 20.
- Björk, A., 1955. Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta Odontol Scand*, 13:9-34.
- Björk, A., 1963. Variation in the growth pattern of the human mandible. *J. Dent Res*, 42:400-411.
- Björk, A., 1969. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod*, 55(6): 585-599.
- Björk, A. y Skieller., V., 1972. Normal growth and development. An implant study at the age of puberty. *Am J Orthod*.
- Björk, A., y Skieller, V., 1983. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod*, 5: 1-46.
- Broadbent, H. A., 1931. New X-Ray technique and its application to orthodontics. *Angle Orthodontist*, 1(2):45-66.
- Broadbent, B. H., Sr., B. H. Brodbent, Jr., y W. H. Golden,1975. *Bolton Standars of dentofacial developmental Growth*. C. V. Mosby Co., St. Louis.

- Buschang, P. (2014). Class I malocclusions-The development and etiology of mandibular malalignments. *Semin Orthod*, 20: 3-15
- Buschang, PH., Demirjian, A., Julien, K. y Sachdeva, R., 1992. Childhood and pubertal growth changes of the human symphysis. *Angle Orthod.*, 62: 203–210.
- Burstone, CJ., 1977. Deep overbite correction by intrusion. *Am J Orthod.*, 72(1): 1-22.
- Burstone, C., Hanley K. y Steenbergen, E., 1995. *Deep overbite correction. En Burstone C, Steenbergen E, Hanley K. Modern edgewise mechanics & the segmented arch technique*, USA, Ormco Corporation, p.33-48.
- Burzin, J. y Nanda, R., 1993. *The stability of deep overbite correction. En: Burstone C, Nanda R. Retention and stability in orthodontics*, Philadelphia, Saunders, p. 61-79.
- Canut, J., 1988. “*Ortodoncia Clínica*”, Ed. Científicas y técnicas, Primera edición, p.61-90.
- Canut, J., 1999. La posición de los incisivos inferiores: fórmulas diagnósticas y fundamentos clínicos. *Rev. Esp Ortod*, 29: 3-16.
- Canut, J., 2001. *Ortodoncia Clínica y Terapéutica*. 2ª edición, Ed Masson, Madrid.
- Carrillo, R., Buschang, P., Opperman, L., Franco, P. y Rossouw, E., 2007. Segmental intrusion with mini-screw implant anchorage: A radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*.
- Ceylan, S. y Eroz, B., 2001. The Effects of Overbite on the Maxillary and Mandibular Morphology. *The Angle Orthodontist, April, Vol. 71, No. 2*, pp. 110-115.
- Companioni, A., Rodriguez, M. y cols, 2008. Bosquejo histórico de la cefalometría radiográfica, Ciudad de la Habana. *Cuba. Rev. Cubana Estomatol*, 45(2).
- Creekmore, T. y Eklund, M., 1983. The possibility of skeletal anchorage. *J. Clin Orthod*, pp. 266-269.
- Creekmore, T., 1997. *Where teeth should be positioned in the face and jaws and how to get them there. J Clin Orthod*, Sept. 586-609.
- Cruz, M. y Muñoz, C., 2011. *Tratamiento ortodóncico de mordidas profundas*, Rev Fac Odont Univ de Antioquia. 2011; 23(1):158-73. Disponible en <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2011/.pdf> [consulta: agosto de 2016].
- Chaconas, S.. 1982. *Ortodoncia*. Ciudad de México, Edt El Manual Moderno, pp. 20.

- Chimenos, E., 1998. Defectos congénitos dentomaxilofaciales: Desarrollo y clasificación. En: Echarri Labiondo P. Diagnóstico en Ortodoncia. Estudio multidisciplinario, Barcelona, España. *Ed Quintessence*, p. 345-360.
- Davidovitch, M, y Rebellato, J., 1995. Two couple orthodontic appliance system utility arches: two couple intrusion arch. *Semin Orthod*.
- Di Santi, J. y Vázquez, V., (2003). Maloclusión clase I: definición, clasificación, características clínicas y tratamiento. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*.
- Downs, B., 1952. The role of cephalometrics in orthodontic case analysis and diagnosis. *Am J Orthod*, 38(3):162-182.
- Enlow, D., 1976. *Crecimiento del esqueleto craneofacial*. En: Moyers RE. *Manual de Ortodoncia*. Buenos Aires, Argentina. Ed Mundi, p. 51-113.
- Enlow, D., 1990. *Facial Growth*, Sander, Philadelphia. Third edition.
- Enlow, D., 1992. “*Crecimiento Maxilo Facial*”, Ed. Mc Graw- Hilla, Tercera edición, Cap. 2,3 y 16.
- Ericsson, I. y Lindhe, J., 1984. Recession in sites with inadequate width of the keratinized gingival: an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*, 11:95-103.
- Fields, H., 1984. Facial patterns differences in long-faced children and adults. *American Journal of Orthodontics*, 85(3):217-23.
- Fleming, H., 1961. Investigation of the vertical overbite during the eruption of the permanent dentition. *Angle Orthod*, 31: 53-62.
- Gracco A., Luca L., Bongiorno M. y Siciliani G., 2010. Computed tomography evaluation of mandibular incisor bony support in untreated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138(2):179-87.
- Handelman, C., 1996. The anterior alveolus: Its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthodontist*, Vol. 66, p. 95–110.
- Holdaway, R., 1956. Changes in relationship of points A and B during orthodontic treatment. *Am J Orthod*, 42: 176-193.

- Holdaway, R., 1983. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. *Am J Orthod*, 84(1), 1-28. *línicos. Rev Esp Ortod* 1999; 29: 3-16.
- Interlandi, S., 2002. *Ortodoncia. Bases para la iniciación*, Edición Artes Médicas. Latinoamericana.
- Isaacson, J., Isaacson, R., Speidel, M., y Worms, F., 1971. Extreme Variation in Vertical Facial Growth and Associated Variation in Skeletal and Dental Relations. *The Angle Orthodontist, Jul Vol. 41*, No. 3. pp. 219-229.
- Isaacson, R., Zapfel R., Worms F., y Erdman, A., 1977. Effects of rotational jaw growth on the occlusion and profile. *Am J Orthod*, 72: 276-286. 110.
- Jacobson, A., 1975. The “Wits” appraisal of jaw disharmony. San Louis. *Am J Ortodoncia*, v. 67, n. 2, p. 125-138.
- Karlsen, A., 1994. Craniofacial characteristics in children with Angle Class II div.2 malocclusion combined with extreme deep bite. *Angle Orthod*, 64(2): 123-130.
- Kao, CH., 1997. The Different Cephalometric Assessment of anterior Open Bite. *Rev. Chung Shan Med.* 8: 11-23.
- Kim, N., Lee, G., Moon, C., Bae, J., y Kim, J., 2016. A study of lowerfacial change according to facial type when virtually vertical dimension increases. *The Journal of Korean Academy of Prosthodontics*, 54(1):1.
- Kim, Y. y Vietas, J., 1978. Anteroposterior dysplasia indicator: an adjunct to cephalometric differential diagnosis. *Am J Orthod*, 73: 619-33
- Kokich, V., 2011. Don't start without the charting. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 139: S14–S14.
- Lavergne, J. y Gasson, N., 1978. The influence of jaw rotation on the morphogenesis of malocclusion. *Am J Orthod*, 73: 658-66.
- Linder-Aronson, S., Woodside, D. y Lundstrom, A., 1986. Mandibular growth direction following adenoidectomy. *Am J Orthod*, 89: 273-9.
- Massler, M., 1963. Oral habits: development and management. *J Pedodon.* 1995;5: 95-123.
- McNamara, J.A., 1984. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod*, 86:449-469

- Meike, M., 1972. *Craniofacial Development, Growth and Evolution*, Bateson Publishing, Bressingham, Norfolk, England.
- Meikle, M., 2002. Craniofacial Development, Growth and Evolution. 1st edition. *Bateson Publishing, Bressingham, Norfolk, England*.
- Melsen, B., 1989. Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96: 232-241.
- Moss, M., 1962. The functional matrix. In: *Graus B, Reidle, Editors. Vistas in orthodontics*. Philadelphia: Lea and Febiger; 61: 85-98.
- Moss, M. y Salentijn, L., 1971. Differences between the functional matrices in anterior open/bite and deep overbite. *Am J Orthod*, 60 (3): 264-280.
- Mostafa, M., El-Dawlatly, Mona, M., Salah-Fayed, Yehya A. Mostafa., 2012. Deep overbite malocclusion: Analysis of the underlying components. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Vol. 142, Issue 4, p 473–480.
- Moyers, R., 1992. *Manual de ortodoncia*. España. 4ta. Edición, Editorial Panamericana, 18-40.
- Nakawaki, T., et al., 2016. Evaluation of mandibular volume classified by vertical skeletal dimensions with cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*. Recuperado de: <http://www.angle.org/doi/abs/10.2319/103015-732.1>
- Nanda, R., 1981. The differential diagnosis and treatment of excessive overbite. *Dent Clin North Am*, 25(1): 69-84
- Nanda, S., 1988. Patterns of vertical growth in the face. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Volume 93, Issue 2, 103 – 116
- Nanda, S., 1990. *Growth patterns in subjects with long and short faces*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98: 247-58. Issue 3
- Nanda, R., 1997. Correction of deep overbite in adults. *Dent Clin North Am*, 41(1): 67-87.
- Nanda, R. y Kapila, S., 2011. *Terapias actuales en Ortodoncia*, Ediciones Amolca. P. 186-198.
- Nanda, R. y Kuhlberg, A., 2007. *Manejo de la maloclusión de sobremordida profunda*. En: *Nanda R. Biomecánicas y estética*, Bogotá, Colombia, Amolca: pp.131-155.

- Naumann, S., Siegfried, A., Behrents, R. y Buschang, P., 2000. Vertical components of overbite change: A mathematical model. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Volume 117, Issue 4, 486 – 495.
- Ng, J., Major, P., Heo, G., y Flores-Mir C., 2005. True incisor intrusion attained during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128: 212-219.
- Nielsen, L., 1991. *Vertical malocclusions: etiology, development, diagnosis and some aspects of treatment*. Angle Orthod, 61 (4): 247-260.
- Nyman, S., Ericsson I., Runstad L. y Karring T., 1984. The significance of alveolar bone in periodontal disease. An experimental study in the dog. *J Periodontol Res*. 19:520-525.
- Ocampo, Z., 2005. Diagnóstico de las Alteraciones Verticales Dentofaciales. *Revista de la Facultad de Antioquia*, 17(1): 84-97.
- Opdebeeck, H. y Bell, W., 1978. The short face syndrome. *Am J Orthod*, 73: 499-511.
- Parker, C., Nanda, R. y Currier G., 1995. Skeletal and dental changes associated with the treatment of deep bite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 107(4): 382-393.
- Petrovic, A. y Stutzmann, J., 1981. Teoría cibernética del crecimiento craneofacial postnatal y mecanismos de acción de los aparatos ortopédicos y ortodóncicos. *Rev Asoc Arg Ortop Func Max* 15:9-93.
- Plavcan, J. y German, R., 1995. Quantitative evaluation of craniofacial growth in the third trimester human. *Craniofacial Journal*. 32(3):394-404.
- Pollard, D., Akyalcin, S., Wiltshire, W. y Rody, WJ Jr., 2012. Relapse of orthodontically corrected deep bites in accordance with growth pattern. *AJO-DO*. 2012; 141(4):477-83. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.11.013> [consulta: agosto 2016].
- Proffit, W. y Ackerman, J., 1982. *Diagnosis and treatment planning*. In: Graber TM, Swain BF, eds. *Current orthodontic concepts and techniques*, St. Louis: Mosby, Chapter 1.

- Proffit, W., 1996. *Ortodoncia. Teoría y Práctica*, 2ª. Ed. Madrid: Mosby-Doyma Libros S.A.
- Proffit, W., Fields, J., y Sarver, D., 2008. *Ortodoncia Contemporánea*, España, Ediciones Elsevier, Cuarta edición, p. 534-548; 287-299.
- Proffit, W., 2007. *The first stage of comprehensive treatment*, En Proffit W. *Contemporary orthodontics*. St Louis: Mosby, p. 570-576.
- Richardson, A., 1969. Skeletal factors in anterior open-bite and deep overbite. *American Journal of Orthodontics*, Volume 56, Issue 2, 114 – 127
- Rickets, R., 1960. The influence of orthodontic treatment on facial growth and development. *Angle Orthod*, 30:103-133.
- Riedel, R., 1952. The relation of maxillary structures to cranium in malocclusion and in normal occlusion. *Angle Orthod*, 22:142
- Riedel, R., 1976. *On retention and relapse*, [Interviews]. *J Clin Orthod* 10:454.
- Rodriguez, E. y Casas, R., 2005. *Ortodoncia Contemporánea. Diagnóstico y Tratamiento*, Buenos Aires, Argentina, Ed. Amolca.
- Sassouni, V., 1960. Classification of skeletal facial types. *Am J Orthod*, 55 (2): 109-123.
- Sassouni, V. y Nanda, S., 1964. Analysis of dentofacial vertical proportions. *Am J Orthod*, 150 (11): 801-823.
- Sato-Tsuji, A., 1993. *Avaliação da projeção USP, uma nova dimensão cefalométrica de interesse ortodôntico*. [Tese Mestrado], Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
- Shudy, F., 1963. Can't of the occlusal plane and axial inclinations of teeth. *Angle Orthod.*; 33: 69-82. 86.
- Shudy, F., 1968. The control vertical overbite in clinical orthodontics. *Angle Orthod*. 38:19-39.
- Sollow, B., 1966. The pattern of craniofacial associations. A morphological and methodological correlation and factor analysis study on young male adults. *Acta odontologica Scandinavica*, 24: Suppl 46.
- Solow, B. y Nielsen, 1992. Cervical and cranio-cervical posture as predictors of craniofacial growth, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1992; 101:449-458.

- Sperber, G., 1989. *Craniofacial Embriology*, Great Britain, Dental Handbook. 4th Edition. Wright.
- Steiner, C. 1953. Cephalometrics for you and me. *Am. J. Orthod.* 39 (10):729-755.
- Thilander, B., 1995. Basic mechanisms in craniofacial growth. *Acta Odontol Scandinavica*, 53(3):144-51.
- Trouten, J., Enlow D., Rabine N., Phelps A. y Swedlow D., 1983. *Morphologic Factors in Open Bite and Deep Bite*, The Angle Orthodontist, July, Vol. 53, No. 3, pp. 192-211.
- Tweed, C., 1941. The Application of the Principles of the Edgewise Arch in the Treatment of Malocclusions. *Angle Orthod*, 11: 5-12 y 12- 67.
- Tweed, C., 1953. The Frankfurt-Mandibular Plane Angle in Orthodontic Diagnosis, Classification, Treatment, Planning and Prognosis. *American Journal of Orthodontic Oral Surg*, 24(3):121-169
- Tweed, 1953. Evolutionary trends in orthodontics: past, present and future. *Am. J. Orthod.* 39: 81.
- Tweed, C., 1954. The Frankfort-mandibular incisor angle (FMIA) in orthodontic diagnosis, treatment planning and prognosis. *Angle Orthod.* 24: 121- 169.
- Vaden, J., y Pearson, L., 2002. *Diagnosis of the vertical dimension*. *Semin Orthod*, 8 (3): 120-129.
- Vaughan, J., 1999. Orthodontic correction of an adult angle class II division 2 deep bite. *Am J Orthod. Jul* 116: 75-81.
- Wennström, J., Lindhe, J., Sinclair, F., y Thilander, B., 1987. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol*. 14: 121-9.
- Yu Q., Pan XG., Ji GP., y Shen G., 2009. The association between lower incisal inclination and morphology of the supporting alveolar bone--a cone-beam CT study. *Int J Oral Sci*. 1:217-23.

4.8 BIBLIOGRAFÍA

- Águila, J., 1996. *Manual de Cefalometría*. Caracas, Venezuela, Edit Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas.
- American Psychological Association, APA, 2017. *Normas APA*, 6ta (sexta) edición.
- Bishara, S., 2003. *Ortodoncia*. México D.F., Ed Mc Graw Hill, Capitulo No 20.
- Canut, J., 2001. *Ortodoncia Clínica y Terapéutica*. Madrid. España, 2ª edición Ed Masson.
- Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, 20013. *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Brasil, 64ª Asamblea General. Fortaleza.
- Gregoret, J., 1997. *Ortodoncia y Cirugía Ortognática: Diagnóstico y Planificación*. Barcelona: Publicaciones Médicas ESPAX.
- Martínez, P., 2006. *El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la Investigación Científica. Pensamiento & Gestión. Universidad del Norte*. 20: 165-193.
- Sampieri, R., Hernández, C., y Baptista, P., 2010. *Metodología de la Investigación, 5ta edición*. México: McGraw-Hill / Interamericana.
- UNESCO, 2006. *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos por la UNESCO. 33a sesión de la Conferencia General de la UNESCO. del 19 de octubre de 2005*, Paris, Francia.

V. ANEXOS

5. 1 Tabla de datos en el plano sagital.

N	ANB	CLASE	MORF	SEXO	WITS	PLMANDI	VERTICAL		EXTRU II	SÍNFISIS
1	6	2	1	2	2	29	CN		1	8
2	5	2	2	1	3	30	CN		7	8
3	7	2	2	2	5	42	CL		1	5
4	10	2	2	1	5	33	CN		2	5
5	5	2	2	2	6	34	CN		4	6
6	10	2	2	1	4	32	CN		4	6
7	7	2	1	2	2	27	CC		2	8
8	7	2	2	2	5	35	CN		-1	6
9	8	2	2	2	8	28	CC		3	7
10	5	2	2	2	5	39	CL		4	5
11	5	2	1	2	2	31	CN		3	7
12	7	2	2	1	6	25	CC		3	8
13	8	2	2	2	5	26	CC		-1	8
14	9	2	2	2	10	32	CN		3	7
15	9	2	2	1	7	35	CN		3	7
16	10	2	2	1	9	42	CL		1	6
17	7	2	2	2	22	28	CC		4	9
18	7	2	2	1	13	26	CC		-1	8
19	6	2	2	2	4	37	CL		-0.5	6
20	6	2	2	1	2	31	CN		2	5
21	6	2	2	2	3	37	CL		5	5
22	6	2	2	1	9	30	CN		1	5
23	8	2	2	2	9	42	CL		1	5
24	7	2	2	1	18	37	CL		2	6
25	7	2	2	2	13	31	CN		1	5
26	10	2	2	2	7	44	CL		-4	5
27	5	2	2	1	10	35	CN		-1	5
28	6	2	2	2	20	34	CN		0.2	6
29	5	2	1	2	2	34	CN		-3	5
30	5	2	2	2	6	27	CC		3	7
31	5	2	2	1	5	31	CN		3	6
32	5	2	1	2	6	30	CN		-1	7
33	5	2	2	1	6	35	CN		1	5

34	6	2	2	1	4	34	CN		0.5	6
35	8	2	2	2	8	37	CL		1	6
36	8	2	2	1	17	32	CL		3	5
37	9	2	2	1	2	28	CC		0	8
38	8	2	2	2	5	35	CN		-1	6
39	7	2	2	2	6	35	CN		1	6
40	5	2	1	2	2	35	CN		1	7
41	5	2	2	2	7	34	CN		4	7
42	7	2	2	1	5	30	CN		2	7
43	6	2	1	1	1	35	CN		-1.5	6
44	5	2	1	2	2	32	CN		1	4
45	8	2	2	1	4	27	CC		1	8
46	5	2	2	2	4	28	CC		0	9
47	7	2	2	2	8	47	CL		1	6
48	9	2	2	2	4	43	CL		0.5	7
49	7	2	2	1	4	34	CN		0.5	6
50	10	2	2	1	5	31	CN		0.5	6
51	8	2	2	2	6	36	CL		-1	7
52	9	2	2	2	23	36	CL		5	6
53	6	2	2	1	5	23	CC		4	7
54	9	2	2	1	3	44	CL		1	6
55	8	2	2	1	6	34	CN		2	7
56	6	2	2	1	7	32	CN		2	7
57	7	2	2	2	5	38	CL		-1	6
58	9	2	2	2	11	38	CL		3	5
59	8	2	2	2	7	40	CL		1.5	6
60	10	2	2	2	5	38	CL		1.5	5
61	9	2	2	2	6	31	CN		3	6
62	6	2	2	1	5	33	CN		3	6
63	5	2	2	2	5	35	CN		3	7
64	7	2	2	1	6	36	CL		4	6
65	6	2	2	1	5	38	CL		2	7
66	7	2	2	2	6	39	CL		2	6

N	ANB	CLASE	MORF	SEXO	WITS	PL MANDI	VERTICAL		EXTRU II	SÍNFISIS
1	-1	3	3	1	-7	42	CL		3	7
2	-3	3	3	2	-9	27	CC		3	9
3	-2	3	3	2	-10	35	CN		2	7
4	-3	3	1	1	-2	25	CC		1	8
5	-2	3	3	2	-9	30	CN		0.5	6
6	-5	3	3	1	-12	29	CC		3	7
7	-1	3	3	1	-4	30	CN		0.5	7
8	-4	3	3	1	-11	34	CN		1	6

5. 2 Tabla de datos plano vertical

VARIACIÓN DE LOS FACTORES EN CADA DIMENSIÓN DEL PATRÓN VERTICAL				VARIACIÓN DE LOS FACTORES EN CADA DIMENSIÓN DEL PATRÓN VERTICAL				VARIACIÓN DE LOS FACTORES EN CADA DIMENSIÓN DEL PATRÓN VERTICAL			
PL MANDI VERTICAL	IMPA	EXTRU II	SÍNFISIS	PL MANDI VERTICAL	IMPA	EXTRU II	SÍNFISIS	PL MANDI VERTICAL	IMPA	EXTRU II	SÍNFISIS
40 CL	90	-1.5	6					29 CN	94	2	7
46 CL	97	4	5					31 CN	94	2	9
41 CL	95	2	6	23 CC	88	3	8	33 CN	93	1	7
36 CL	94	2	7	29 CC	96	2.5	8	31 CN	89	2	7
41 CL	99	-2	7	28 CC	88	2	8	33 CN	93	1.5	7
35 CL	94	1	7	28 CC	91	4	7	30 CN	97	0	8
39 CL	99	0	6	27 CC	85	2	8	35 CN	90	1	7
40 CL	98	1	5	28 CC	96	3	7	34 CN	97	2	7
37 CL	91	0	8	25 CC	91	3	8	35 CN	98	0	6
37 CL	100	4	5	26 CC	97	-1	8	34 CN	86	2.5	7
41 CL	94	1	6	28 CC	97	4	9	34 CN	91	1	7
39 CL	95	2	6	26 CC	93	-1	8	33 CN	93	0	7
42 CL	93	1	5	27 CC	103	3	7	30 CN	92	1	7
47 CL	85	4	5	28 CC	95	0	8	31 CN	94	3	8
42 CL	98	1	5	27 CC	103	1	8	30 CN	88	2	8
39 CL	95	4	5	28 CC	98	0	9	32 CN	93	1	5
42 CL	89	1	6	23 CC	78	4	7	33 CN	99	-1	7
37 CL	92	-0.5	6	27 CC	79	3	9	35 CN	93	2	8
37 CL	89	5	5	25 CC	83	1	8	29 CN	94	1	8
42 CL	78	1	5	29 CC	86	3	7	30 CN	92	7	8
37 CL	86	2	6	18				33 CN	97	2	5
44 CL	102	-4	5					34 CN	96	4	6
37 CL	100	1	6					32 CN	99	4	6
32 CL	97	3	5					35 CN	97	-1	6
47 CL	89	1	6					31 CN	96	3	7
43 CL	99	0.5	7					32 CN	99	3	7
36 CL	107	-1	7					35 CN	97	3	7
36 CL	99	5	6					31 CN	94	2	5
44 CL	94	1	6					30 CN	99	1	5
38 CL	99	-1	6					31 CN	94	1	5
38 CL	102	3	5					35 CN	94	-1	5
40 CL	90	1.5	6					34 CN	92	0.2	6
38 CL	90	1.5	5					34 CN	98	-3	5
36 CL	100	4	6					31 CN	97	3	6
38 CL	103	2	7					30 CN	97	-1	7
39 CL	101	2	6					35 CN	96	1	5
42 CL	90	3	7					34 CN	98	0.5	6
37								35 CN	107	-1	6
								35 CN	97	1	6
								35 CN	98	1	7
								34 CN	95	4	7
								30 CN	96	2	7
								35 CN	97	-1.5	6
								32 CN	93	1	4
								34 CN	98	0.5	6
								31 CN	101	0.5	6
								34 CN	100	2	7
								32 CN	93	2	7
								31 CN	95	3	6
								33 CN	97	3	6
								35 CN	99	3	7
								35 CN	78	2	7
								30 CN	83	0.5	6
								30 CN	94	0.5	7
								34 CN	87	1	6
								55			

5.3 Clasificación esquelética sagital o anteroposterior según ANB y Wits

Indicador	Categorías					
	Clase I		Clase II		Clase III	
Ángulo ANB	[0°,4°]		(N>4°)		(N<0°)	
Categorías por género	1	2	1	2	1	2
Lineal Wits	-1	0	N >+ 1	N>+2	N<-3	N<-2
DS +/- 2	[-3,+1]	[-2,+2]	(1,N)	(2,N)	(N,-3)	(N,-2)

Donde las categorías para el género son (1) masculino y (2) femenino. El rango de la clasificación esquelética se expresa en intervalos

5.4 Determinación del porcentaje de concordancia en el diagnóstico de la clase esquelética a través de la prueba Kappa de Cohen

WITS							
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Casos	n/N	Razón	%
ANB							
Clase 1	Acuerdo	Desacuerdo	Desacuerdo	n1	n1/N		
Clase 2	Desacuerdo	Acuerdo	Desacuerdo	n2	n2/N		
Clase 3	Desacuerdo	Desacuerdo	Acuerdo	n3	n3/N		
	Nx	Ny	nz	N			
n/N	nx/N	ny/N	nz/N				
Razón							
%							

Propiedad 1: Así $1 \geq p \geq \kappa$; ya que $1 \geq p \geq 0$ y $1 \geq p \geq 0$. Por lo tanto, κ puede tomar cualquier valor negativo, aunque en general estamos interesados solamente en valores de kappa entre 0 y 1. kappa de Cohen de 1 indica un acuerdo perfecto entre los evaluadores y 0 indica que cualquier acuerdo es totalmente debido al azar.

5.5 Cálculo de la prueba Kappa de Cohen

[illegible]

5.6 Determinación del patrón vertical de crecimiento

Categorías del Patrón vertical	Plano Mandibular (S-N y Go-Gn) en grados (°)
Normodivergente (CN)	[29,35]
Hipodivergente (CC)	(N<29)
Hiperdivergente (CL)	(35<N)

La variable cuantitativa se midió en grados a través del ángulo del Go-Gn y la línea S-N, y se categoriza en Cara normodivergente (CN), Cara hipodivergente o corta (CC) y Cara hiperdivergente o larga (CL).

5.7 Prueba Tukey para ANOVAS desbalanceados

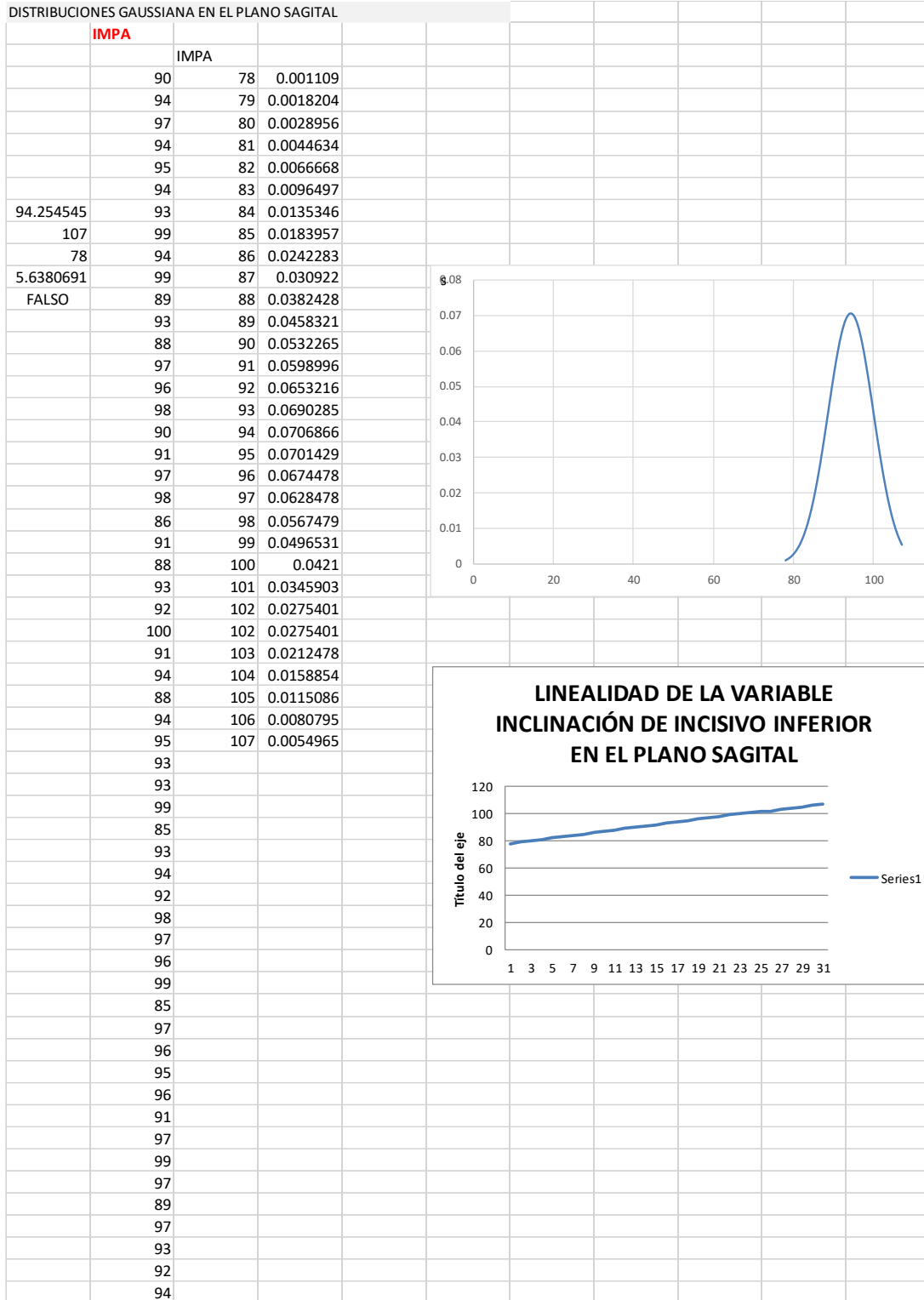
Término	Description
\bar{y}_i	la media de la muestra para el $i^{\text{ésimo}}$ nivel del factor
\bar{y}_j	la media de la muestra $j^{\text{ésimo}}$ nivel del factor
n_i	el número de observaciones en el nivel i
R	el número de niveles
S	la desviación estándar agrupada o raíz cuadrada (MSE)
U	los grados de libertad para el error
A	la probabilidad simultánea de cometer un error de tipo I)
α^*	la probabilidad individual de cometer un error de tipo I

Tukey:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_j \pm \frac{Q(1 - \alpha; r, n_T - r)}{\sqrt{2}} s \sqrt{\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}}$$

1. donde Q = percentil α superior de la distribución de rango estudentizado con r y $n_T - r$ grados de libertad.

5.8 Distribución normal para los residuales del IMPA en el plano sagital



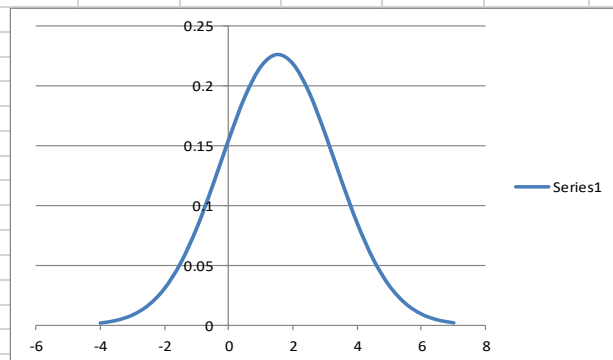
	94								
	89								
	99								
	78								
	86								
	94								
	102								
	94								
	92								
	98								
	103								
	97								
	97								
	96								
	98								
	100								
	97								
	95								
	107								
	97								
	98								
	95								
	96								
	97								
	93								
	103								
	98								
	89								
	99								
	98								
	101								
	107								
	99								
	78								
	94								
	100								
	93								
	99								
	102								
	90								
	90								
	95								
	97								
	99								
	100								
	103								
	101								
	90								
	79								
	78								
	83								
	83								
	86								
	94								
	87								
	94.254545								
	107								
	78								
	5.6380691								

5.9 Distribución normal para los residuales del Extrusión del incisivo inferior en el plano sagital

DISTRIBUCIONES GAUSSIANA EN EL PLANO SAGITAL

EXTR

-1.5	-4	0.0016673	1.5290909	PRO
2	-3.5	0.0039	7	
4	-3	0.0083862	-4	
2	-2.5	0.0166736	1.7644473	DS
2	-2	0.0305926	FALSO	
2	-1.5	0.0517999		
1	-1	0.0809407		
-2	-0.5	0.1167161		
1	0	0.1553175		
0	0.5	0.1907372		
2	1	0.2161604		
1.5	1.5	0.2260697		
3	2	0.2181897		
0	2.5	0.1943353		
2.5	3	0.159733		
1	3.5	0.1211611		
1	4	0.084812		
0	4.5	0.054787		
2	5	0.0326605		
0	5.5	0.0179677		
2.5	6	0.009122		
1	6.5	0.0042738		
2	7	0.0018478		



5.10 Distribución normal para los residuales del tamaño de la sínfisis en el plano sagital

DISTRIBUCIONES GAUSSIANA EN EL PLANO SAGITAL			
SÍNFISIS			
			6.5272727
6	4	0.0265406	9
7	5	0.1390618	4
5	6	0.3291326	1.1063544
9	7	0.3291326	FALSO
6	8	0.1486749	
7	9	0.0296684	
7			
7			
7			
6			
7			
7			
8			
8			
8			
5			
7			
8			
7			
6			
7			
7			
8			
7			
5			
7			
8			
8			
6			
6			
5			
5			
7			
5			
8			
8			
8			
5			
5			
6			
6			
8			
6			
7			
5			
7			
8			
8			
7			
7			
6			
9			
8			

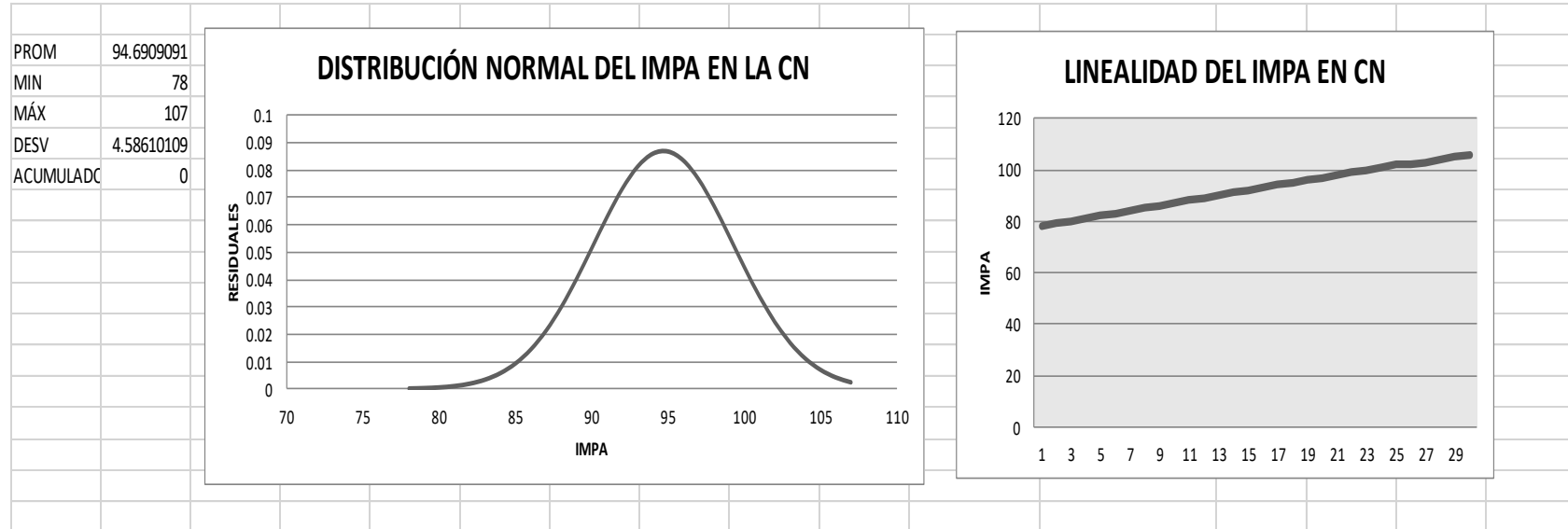
The figure contains two plots. The top plot shows a Gaussian distribution curve labeled 'Series1' on a grid with x-axis from 0 to 10 and y-axis from 0 to 0.4. The bottom plot, titled 'LINEALIDAD DE LA VARIABLE TAMAÑO DE LA SÍNFISIS MANDIBULAR EN EL PLANO SAGITAL', shows a linear trend line labeled 'Series1' on a grid with x-axis from 1 to 7 and y-axis from 0 to 10.

5.11 Distribución normal en el plano vertical

IMPA DISTRIBUCIÓN GAUSSIANA EN PLANO VERTICAL					EXTRUSIÓN DISTRIBUCIÓN GAUSSIANA EN PLANO VERTICAL					SÍNFISIS DISTRIBUCIÓN GAUSSIANA EN				
CN	CC				CN	CC	CL			CN	CC	CL		
	94	88	90			2	3	-1.5			7	8	6	
	94	96	97			2	2.5	4			9	8	5	
	93	88	95			1	2	2			7	8	6	
	89	91	94			2	4	2			7	7	7	
	93	85	99			1.5	2	-2			7	8	7	
	97	96	94			0	3	1			8	7	7	
	90	91	99			1	3	0			7	8	6	
	97	97	98			2	-1	1			7	8	5	
	98	97	91			0	4	0			6	9	8	
	86	93	100			2.5	-1	4			7	8	5	
	91	103	94			1	3	1			7	7	6	
	93	95	95			0	0	2			7	8	6	
	92	103	93			1	1	1			7	8	5	
	94	98	85			3	0	4			8	9	5	
	88	78	98			2	4	1			8	7	5	
	93	79	95			1	3	4			5	9	5	
	99	83	89			-1	1	1			7	8	6	
	93	86	92			2	3	-0.5			8	7	6	
	94		89			1		5			8		5	
	92		78			7		1			8		5	
	97		86			2		2			5		6	
	96		102			4		-4			6		5	
	99		100			4		1			6		6	
	97		97			-1		3			6		5	
	96		89			3		1			7		6	
	99		99			3		0.5			7		7	
	97		107			3		-1			7		7	
	94		99			2		5			5		6	
	99		94			1		1			5		6	
	94		99			1		-1			5		6	
	94		102			-1		3			5		5	
	92		90			0.2		1.5			6		6	

98	90			-3	1.5			5	5
97	100			3	4			6	6
97	103			-1	2			7	7
96	101			1	2			5	6
98	90			0.5	3			6	7
107				-1				6	
97				1				6	
98				1				7	
95				4				7	
96				2				7	
97				-1.5				6	
93				1				4	
98				0.5				6	
101				0.5				6	
100				2				7	
93				2				7	
95				3				6	
97				3				6	
99				3				7	
78				2				7	
83				0.5				6	
94				0.5				7	
87				1				6	

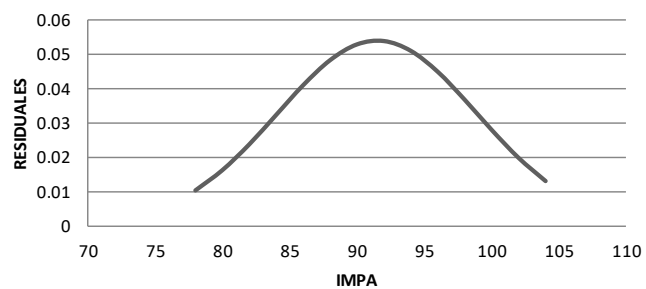
5.12 Distribución normal del IMPA en el plano vertical y linealidad de variables



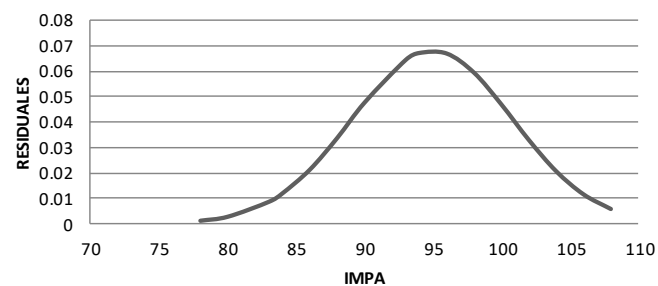
PRO	91.5
MIN	78
MAX	103
DESVEST	7.3983305
ACUM	FALSO

94.9459459
107
78
5.85446622

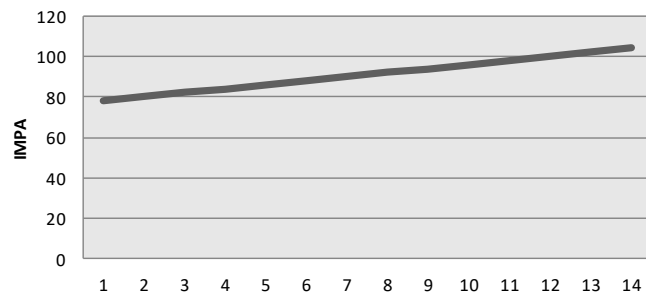
**DISTRIBUCION NORMAL DEL IMPA
EN CC**



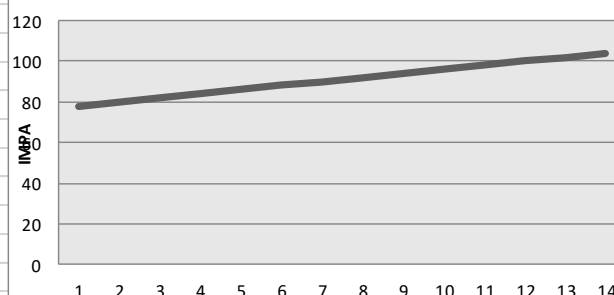
**DISTRIBUCIÓN NORMAL DEL IMPA EN
II EN LA CL**



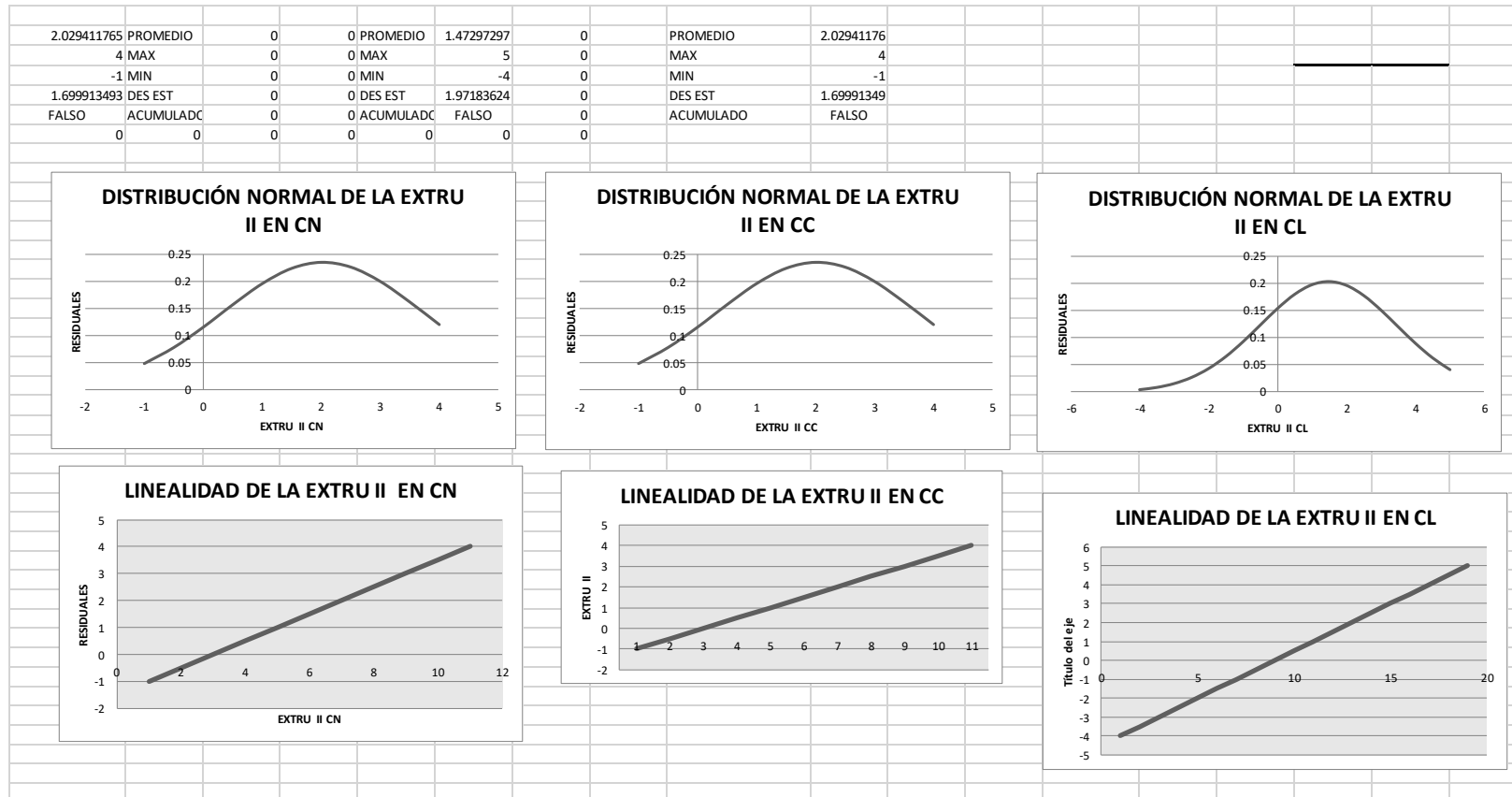
**LINEALIDAD DEL IMPA EN EL PLANO
VERTICAL CC**



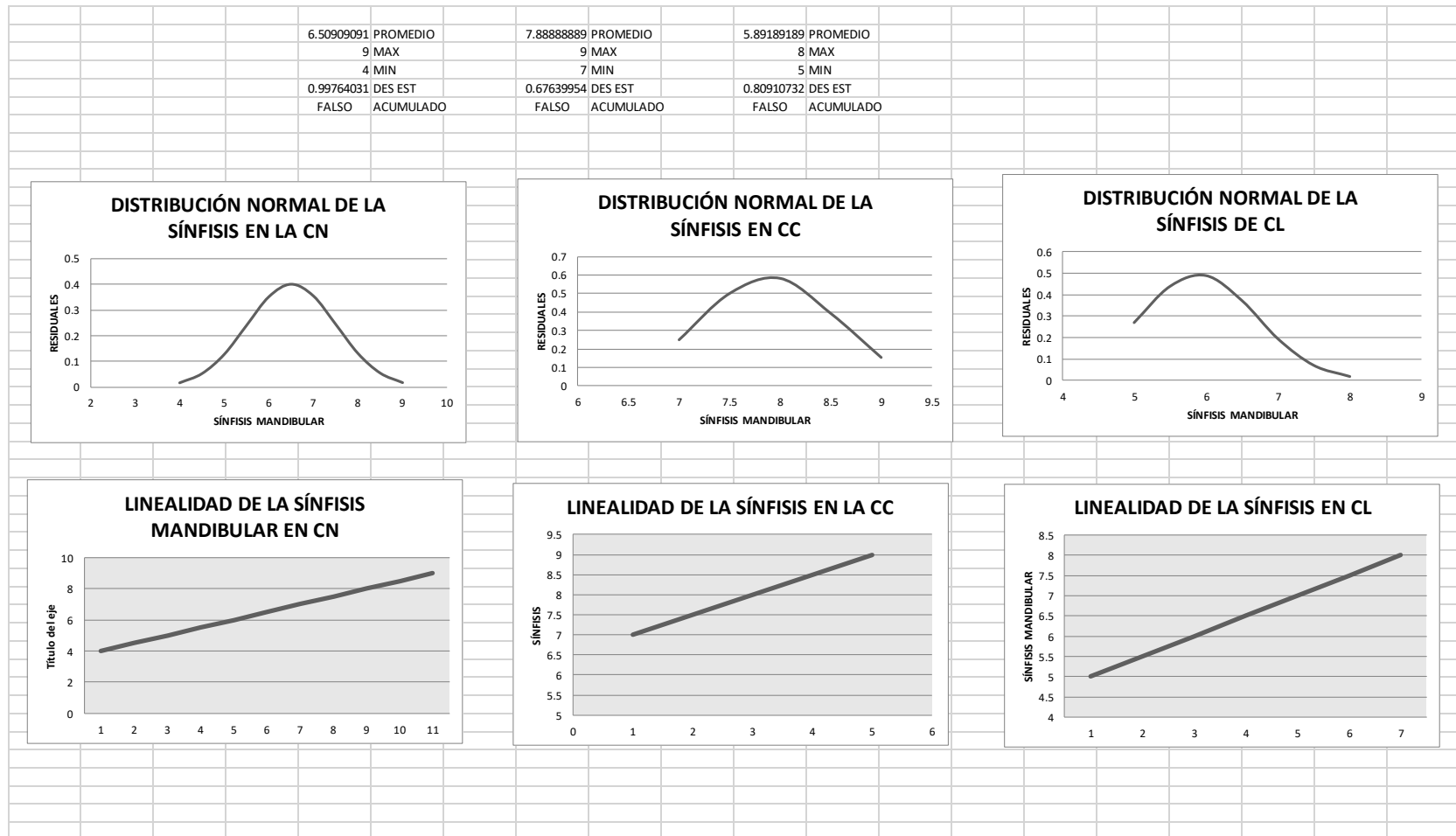
**LINEALIDAD DEL IMPA EN EL PLANO
VERTICAL CL**



5.13 Distribución normal de la Extrusión del Incisivo Inferior en el plano vertical y linealidad de variables



5.14 Distribución normal del Tamaño de la sínfisis mandibular en el plano vertical y linealidad de variables



5.15 Kappa de Cohen

C		A
B	1	Cohen's
B	2	
E	3	
	4	Judge 2

5.16 ANOVA PLANO SAGITAL

	Análisis de varianza de un factor IMPA					
	RESUMEN					
	Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
	C1 IMPA	36	3361	93.36111111	14.52301587	
	C2 IMPA	66	6327	95.86363636	28.73496503	
	C3 IMPA	8	680	85	29.14285714	
		110				
	ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad Valor crítico para F
	Entre grupos	884.7944444	2	442.3972222	18.34692501	1.40958E-07 3.081192934
	Dentro de los grupos	2580.078283	107	24.11288115		
	Total	3464.872727	109			
		Valor	Valor crítico	Resultado		
	F	18.34692501	3.081192934	F>VCF		
	P	1.40958E-07 α		P<0.05		
		0.00	0.05			
		Se rechaza H0				
		La variable factor influye en la variable dependiente				
		Al menos una de las medias es diferente				

[illegible]

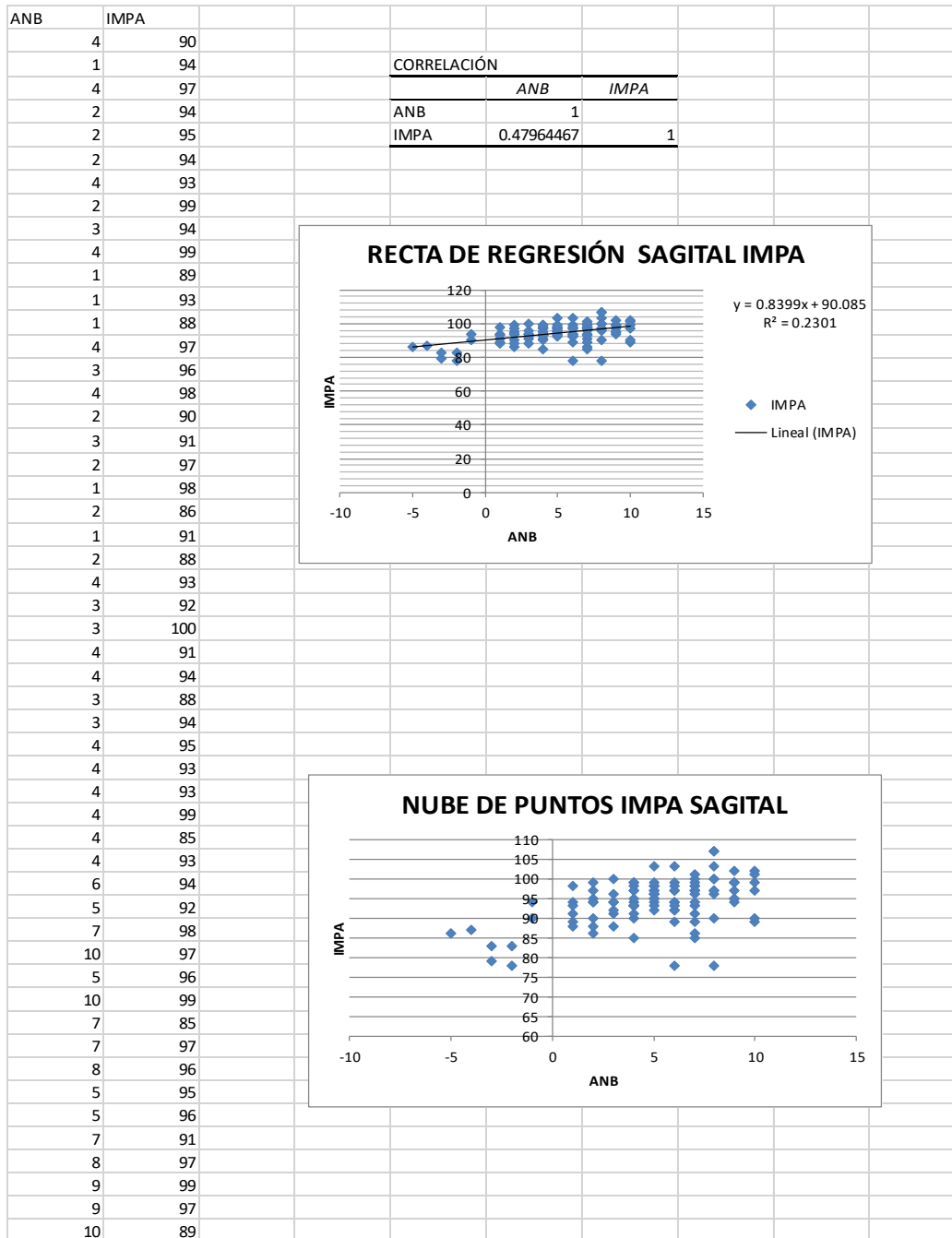
5.17 ANOVA PLANO VERTICAL

IMPA						
Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
CN	55	5208	94.69090909	21.03232323		
CC	18	1647	91.5	54.73529412		
CL	37	3513	94.94594595	34.27477477		
	110					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	164.7353808	2	82.36769042	2.670598811	0.073823216	3.081192934
Dentro de los grupos	3300.137346	107	30.84240511			
Total	3464.872727	109				
Estadístico F	2.670598811	F<VCF				
Estadístico α	0.05	P> α				
Se mantiene Ho ya que la variable independiente (factor) no está afectando a la variable dependiente						
Las medias son estadísticamente similares						

EXTRU II						
Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
CN	55	77.2	1.403636364	2.734801347		
CC	18	36.5	2.027777778	2.719771242		
CL	37	54.5	1.472972973	3.888138138		
	110					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5.45855228	2	2.72927614	0.874641301	0.419971355	3.081192934
Dentro de los grupos	333.8883568	107	3.120451933			
Total	339.3469091	109				
0.419971355		P> α	Se mantiene Ho ya que la variable independiente (factor) no está afectando a la variable dependiente			
3.081192934		F<VCF	Las medias son estadísticamente similares			

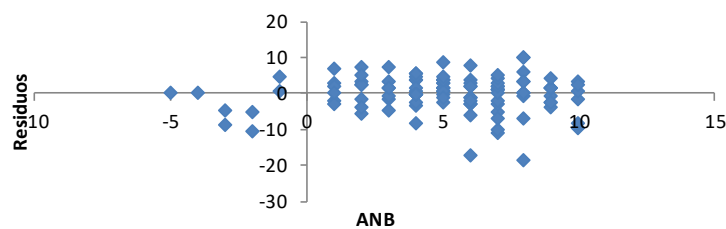
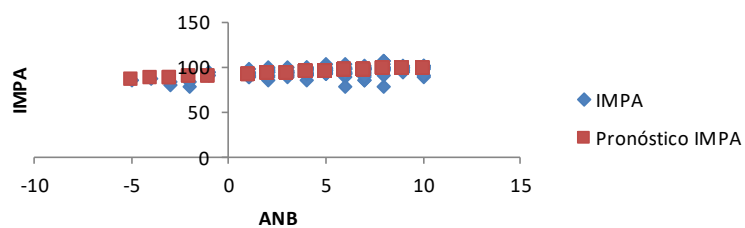
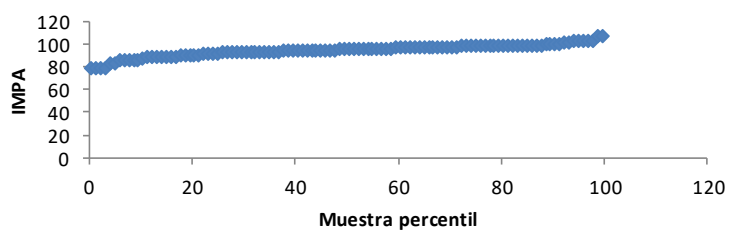
Análisis de varianza de un factor					
RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
C1 SÍNFISIS	36	244	6.777777778	1.149206349	
C2 SÍNFISIS	66	417	6.318181818	1.204895105	
C3 SÍNFISIS	8	57	7.125	0.982142857	
	110				
ANÁLISIS DE VARIANZA					
origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	8.002777778	2	4.001388889	3.413843893	0.036540014
Dentro de los grupos	125.415404	107	1.17210658		
Total	133.4181818	109			
Estadístico	F	3.413843893	VCF	3.081192934	
	α	0.05	P	0.036540014	
	F>VCF				
	P< α				
La variable factor está influyendo en el comportamiento de la variable dependiente tamaño de la sínfisis					
Se rechaza H0					
Al menos una de las medias es diferente					

5.18 Análisis de Regresión Lineal sagital IMPA

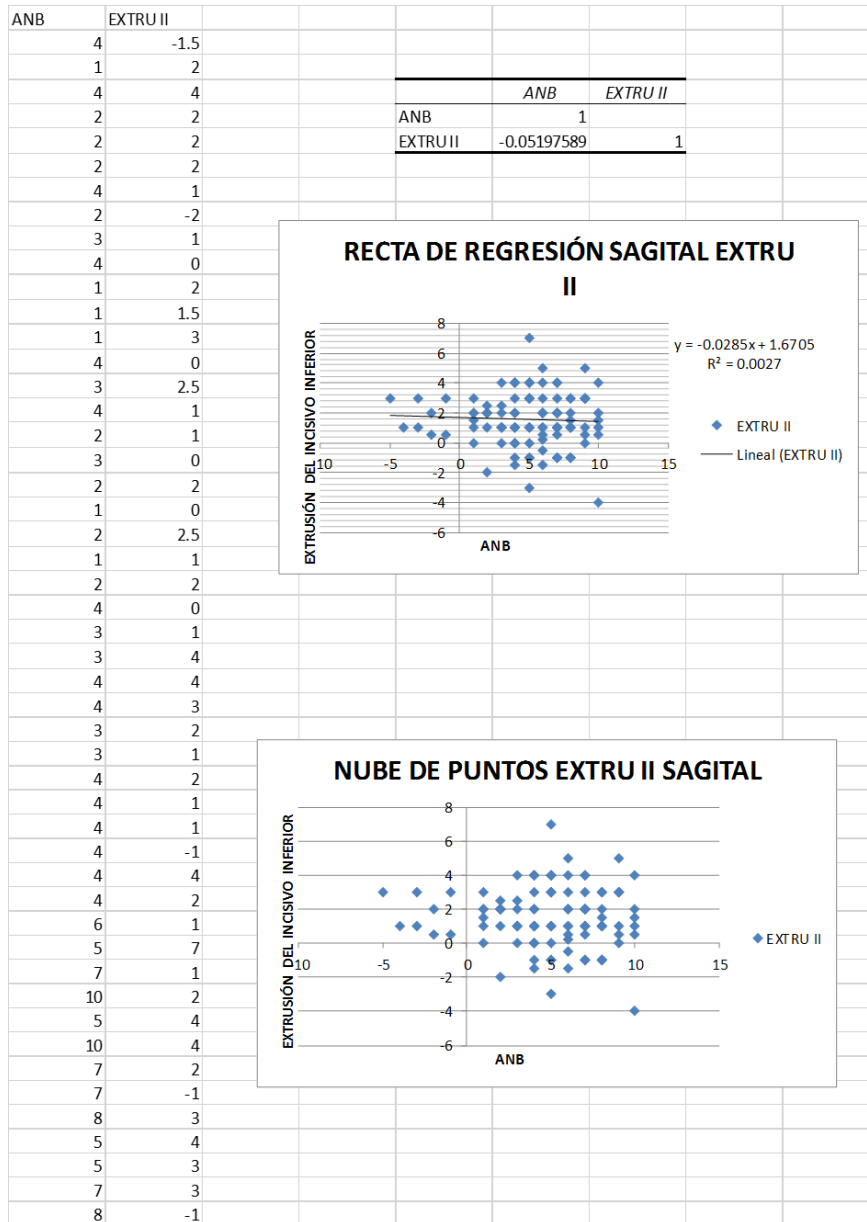


Resumen									
Estadísticos de la regresión									
Coefficiente de correlación múltiple	0.479644668								
Coefficiente de determinación R ²	0.230059008								
R ² ajustado	0.222929924								
Error típico	4.970046898								
Observaciones	110								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F				
Regresión	1	797.1251813	797.1251813	32.27048966	1.14725E-07				
Residuos	108	2667.747546	24.70136617						
Total	109	3464.872727							
Coeficientes		Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%	
Intercepción	90.0833529	0.873611793	103.1182885	1.0338E-109	88.35370277	91.81700307	88.35370277	91.81700307	
ANB	0.839947218	0.147859495	5.680712073	1.14725E-07	0.546864048	1.133030288	0.546864048	1.133030288	
Análisis de los residuales									
									Resultados de datos de probabilidad
Observación	Pronóstico IMPA	Residuos	Residuos estándares		Percentil	IMPA			
1	93.44514177	-3.445141772	-0.696382715		0.454545455	78			
2	90.92530012	3.074699881	0.621503553		1.363636364	78			
3	93.44514177	3.554858228	0.718560218		2.272727273	78			
4	91.76524734	2.234752663	0.45172107		3.181818182	79			
5	91.76524734	3.234752663	0.653855774		4.090909091	83			
6	91.76524734	2.234752663	0.45172107		5	83			
7	93.44514177	-0.445141772	-0.089978601		5.909090909	85			
8	91.76524734	7.234752663	1.462394593		6.818181818	85			
9	92.60519455	1.394805446	0.281938587		7.727272727	86			
10	93.44514177	5.554858228	1.122829628		8.636363636	86			
11	90.92530012	-1.925300119	-0.389169971		9.545454545	86			
12	90.92530012	2.074699881	0.419368848		10.45454545	87			
13	90.92530012	-2.925300119	-0.591304676		11.36363636	88			
14	93.44514177	3.554858228	0.718560218		12.27272727	88			
15	92.60519455	3.394805446	0.686207996		13.18181818	88			
16	93.44514177	4.554858228	0.920694923		14.09090909	89			
17	91.76524734	-1.765247337	-0.356817749		15	89			
18	92.60519455	-1.605194554	-0.324465527		15.90909091	89			
19	91.76524734	5.234752663	1.058125184		16.81818182	89			
20	90.92530012	7.074699881	1.430042372		17.72727273	90			
21	91.76524734	-5.765247337	-1.165356568		18.63636364	90			
22	90.92530012	0.074699881	0.015099438		19.54545455	90			
23	91.76524734	-3.765247337	-0.761087159		20.45454545	90			
24	93.44514177	-0.445141772	-0.089978601		21.36363636	90			
25	92.60519455	-0.605194554	-0.122330823		22.27272727	91			
26	92.60519455	7.394805446	1.494746815		23.18181818	91			
27	93.44514177	-2.445141772	-0.49424801		24.09090909	91			
28	93.44514177	0.554858228	0.112156104		25	91			
29	92.60519455	-4.605194554	-0.930869642		25.90909091	92			
30	92.60519455	1.394805446	0.281938587		26.81818182	92			
31	93.44514177	1.554858228	0.314290809		27.72727273	92			
32	93.44514177	-0.445141772	-0.089978601		28.63636364	92			
33	93.44514177	-0.445141772	-0.089978601		29.54545455	93			
34	93.44514177	5.554858228	1.122829628		30.45454545	93			
35	93.44514177	-8.445141772	-1.707056239		31.36363636	93			
36	93.44514177	-0.445141772	-0.089978601		32.27272727	93			
37	95.12503621	-1.125036207	-0.227408862		33.18181818	93			
38	94.28508899	-1.28508899	-0.461895788		34.09090909	93			
39	95.96498343	2.035016575	0.411347475		35	93			
40	98.48482508	-1.484825078	-0.300134679		35.90909091	93			
41	94.28508899	1.71491101	0.346643031		36.81818182	93			

42	98.48482508	0.515174922	0.104134731	37.72727273	94
43	95.96498343	-10.96498343	-2.216403687	38.63636364	94
44	95.96498343	1.035016575	0.20921277	39.54545455	94
45	96.80493064	-0.804930643	-0.162704418	40.45454545	94
46	94.28508899	0.71491101	0.144508326	41.36363636	94
47	94.28508899	1.71491101	0.346643031	42.27272727	94
48	95.96498343	-4.964983425	-1.003595459	43.18181818	94
49	96.80493064	0.195069357	0.039430287	44.09090909	94
50	97.64487786	1.35512214	0.273917214	45	94
51	97.64487786	-0.64487786	-0.130352196	45.90909091	94
52	98.48482508	-9.484825078	-1.917212317	46.81818182	94
53	95.96498343	1.035016575	0.20921277	47.72727273	94
54	95.96498343	-2.964983425	-0.599326049	48.63636364	95
55	95.12503621	-3.125036207	-0.631678271	49.54545455	95
56	95.12503621	-1.125036207	-0.227408862	50.45454545	95
57	95.12503621	-6.125036207	-1.238082385	51.36363636	95
58	95.12503621	3.874963793	0.783264662	52.27272727	95
59	96.80493064	-18.80493064	-3.801129103	53.18181818	95
60	95.96498343	-9.964983425	-2.014268982	54.09090909	96
61	95.96498343	-1.964983425	-0.397191344	55	96
62	98.48482508	3.515174922	0.710538845	55.90909091	96
63	94.28508899	-0.28508899	-0.057626379	56.81818182	96
64	95.12503621	-3.125036207	-0.631678271	57.72727273	96
65	94.28508899	3.71491101	0.75091244	58.63636364	96
66	94.28508899	8.71491101	1.761589564	59.54545455	97
67	94.28508899	2.71491101	0.548777735	60.45454545	97
68	94.28508899	2.71491101	0.548777735	61.36363636	97
69	94.28508899	1.71491101	0.346643031	62.27272727	97
70	95.12503621	2.874963793	0.581129957	63.18181818	97
71	96.80493064	3.195069357	0.645834401	64.09090909	97
72	96.80493064	0.195069357	0.039430287	65	97
73	97.64487786	-2.64487786	-0.534621605	65.90909091	97
74	96.80493064	10.19506936	2.060777334	66.81818182	97
75	95.96498343	1.035016575	0.20921277	67.72727273	97
76	94.28508899	3.71491101	0.75091244	68.63636364	97
77	94.28508899	0.71491101	0.144508326	69.54545455	97
78	95.96498343	0.035016575	0.007078065	70.45454545	97
79	95.12503621	1.874963793	0.378995253	71.36363636	97
80	94.28508899	-1.28508899	-0.259761084	72.27272727	98
81	96.80493064	6.195069357	1.252238515	73.18181818	98
82	94.28508899	3.71491101	0.75091244	74.09090909	98
83	95.96498343	-6.964983425	-1.407864868	75	98
84	97.64487786	1.35512214	0.273917214	75.90909091	98
85	95.96498343	2.035016575	0.411347475	76.81818182	98
86	98.48482508	2.515174922	0.50840414	77.72727273	98
87	96.80493064	10.19506936	2.060777334	78.63636364	98
88	97.64487786	1.35512214	0.273917214	79.54545455	99
89	95.12503621	-17.12503621	-3.461564137	80.45454545	99
90	97.64487786	-3.64487786	-0.73675631	81.36363636	99
91	96.80493064	3.195069357	0.645834401	82.27272727	99
92	95.12503621	-2.125036207	-0.429543566	83.18181818	99
93	95.96498343	3.035016575	0.613482179	84.09090909	99
94	97.64487786	4.35512214	0.880321328	85	99
95	96.80493064	-6.804930643	-1.375512646	85.90909091	99
96	98.48482508	-8.484825078	-1.715077612	86.81818182	99
97	97.64487786	-2.64487786	-0.534621605	87.72727273	99
98	95.12503621	1.874963793	0.378995253	88.63636364	100
99	94.28508899	4.71491101	0.953047145	89.54545455	100
100	95.96498343	4.035016575	0.815616884	90.45454545	100
101	95.12503621	7.874963793	1.591803481	91.36363636	100
102	95.96498343	5.035016575	1.017751589	92.27272727	101
103	89.24540568	0.754594316	0.152529699	93.18181818	101
104	87.56551125	-8.565511248	-1.731387087	94.09090909	102
105	88.40545847	-10.40545847	-2.103304275	95	102
106	87.56551125	-4.565511248	-0.922848268	95.90909091	103
107	88.40545847	-5.405458466	-1.092630751	96.81818182	103
108	85.88561681	0.114383187	0.023120812	97.72727273	103
109	89.24540568	4.754594316	0.961068518	98.63636364	107
110	86.72556403	0.274435969	0.055473034	99.54545455	107

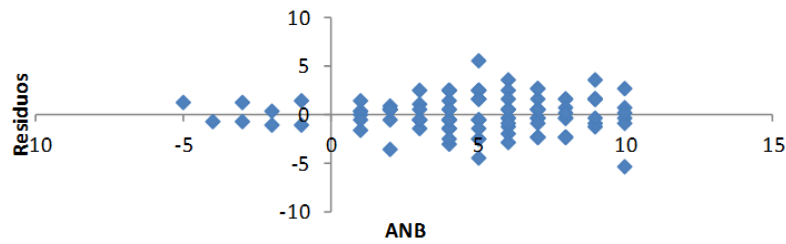
ANB Gráfico de los residuales**ANB Curva de regresión ajustada****Gráfico de probabilidad normal**

5.19 Análisis de Regresión Lineal sagital EXTUII



Resumen									
Estadísticos de la regresión									
Coefficiente de correlación múltiple	0.951975885								
Coefficiente de determinación R ²	0.002701493								
R ² ajustado	-0.006532753								
Error típico	1.770201301								
Observaciones	110								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F				
Regresión	1	0.916743181	0.916743181	0.292551532	0.58870392				
Residuos	108	338.4302659	3.133612647						
Total	109	339.3469991							
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%	
Intercepción	1.670478903	0.311157775	5.368091241	4.58371E-07	1.059720313	2.301247799	1.059720313	2.301247799	0.000000000
ANB	-0.028464793	0.053663702	-0.540683331	0.589703910	-0.112873385	0.075908804	-0.112873385	0.075908804	0.075908804
Análisis de los residuos									
					Resultados de datos de probabilidad				
Observación	Pronóstico EXTRU II	Residuos	Residuos estandarizados		Percentil	EXTRU II			
1	1.55653986	-3.05653986	-1.734637894		0.454545455	-4			
2	1.641994142	0.358005858	0.203174335		1.363636364	-3			
3	1.55653986	2.44346014	1.386704658		2.727272727	-2			
4	1.613509382	0.386490618	0.219339915		3.181818182	-1.5			
5	1.613509382	0.386490618	0.219339915		4.090909091	-1.5			
6	1.613509382	0.386490618	0.219339915		5	-1			
7	1.55653986	-0.55653986	-0.315846716		5.909090909	-1			
8	1.613509382	-3.613509382	-2.060727249		6.818181818	-1			
9	1.585024621	-0.585024621	-0.332011296		7.727272727	-1			
10	1.55653986	-1.55653986	-0.883862507		8.636363636	-1			
11	1.641994142	0.358005858	0.203174335		9.545454545	-1			
12	1.641994142	-0.141994142	-0.08058406		10.45454545	-1			
13	1.641994142	1.358005858	0.770891127		11.36363636	-1			
14	1.55653986	-1.55653986	-0.883862507		12.27272727	-1			
15	1.585024621	0.514975379	0.312628891		13.18181818	-0.5			
16	1.55653986	-0.55653986	-0.315846716		14.09090909	0			
17	1.613509382	-0.613509382	-0.348176876		15	0			
18	1.585024621	-1.585024621	-0.899538387		15.90909091	0			
19	1.613509382	0.386490618	0.219339915		16.81818182	0			
20	1.641994142	-1.641994142	-0.931898247		17.72727273	0			
21	1.613509382	0.886490618	0.503088311		18.63636364	0			
22	1.641994142	-0.641994142	-0.364342456		19.54545455	0			
23	1.613509382	0.386490618	0.219339915		20.45454545	0.2			
24	1.55653986	-1.55653986	-0.883862507		21.36363636	0.5			
25	1.585024621	-0.585024621	-0.332011296		22.27272727	0.5			
26	1.585024621	2.414975379	1.370539078		23.18181818	0.5			
27	1.55653986	2.44346014	1.386704658		24.09090909	0.5			
28	1.55653986	1.44346014	0.812107887		25	0.5			
29	1.585024621	0.414975379	0.23505495		25.90909091	0.5			
30	1.585024621	-0.585024621	-0.332011296		26.81818182	1			
31	1.55653986	0.44346014	0.251671075		27.72727273	1			
32	1.55653986	-0.55653986	-0.315846716		28.63636364	1			
33	1.55653986	-0.55653986	-0.315846716		29.54545455	1			
34	1.55653986	-2.55653986	-1.450879298		30.45454545	1			
35	1.55653986	2.44346014	1.386704658		31.36363636	1			

ANB Gráfico de los residuales



ANB Curva de regresión ajustada

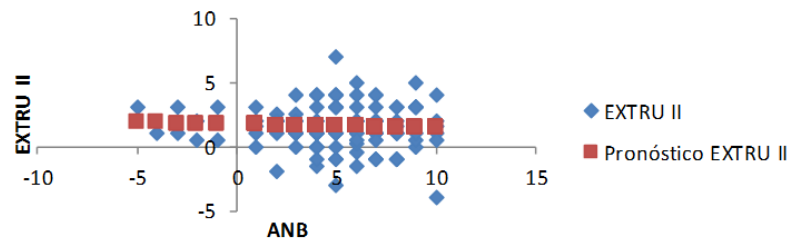
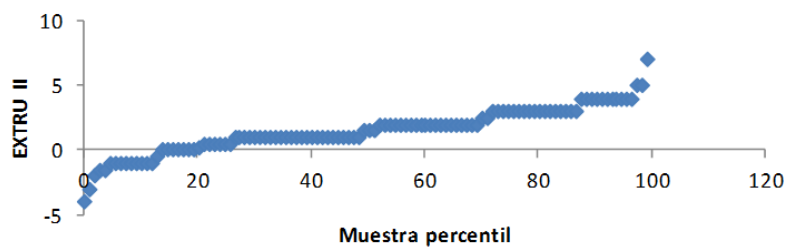
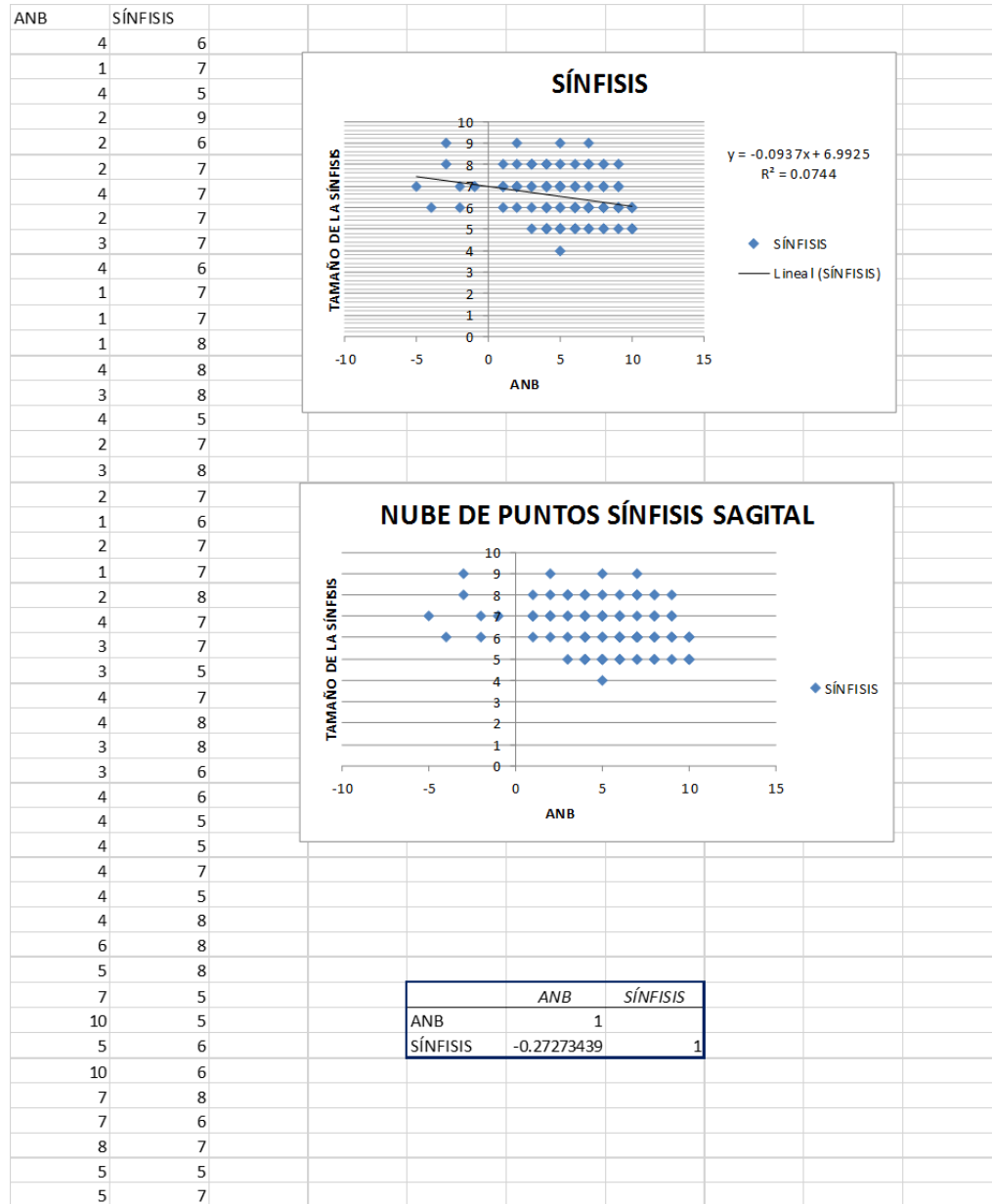


Gráfico de probabilidad normal

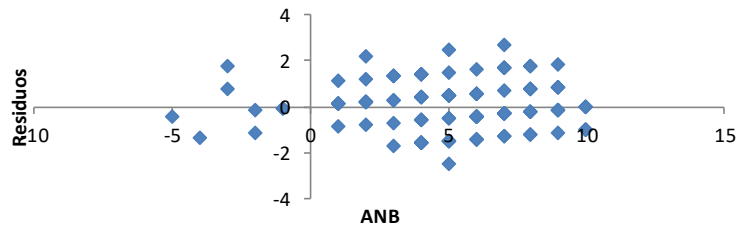


5.20 Análisis de Regresión Lineal sagital SÍNFISIS



Resumen									
<i>Estadísticas de la regresión</i>									
Coefficiente de correlación múltiple	0.272734388								
Coefficiente de determinación R^2	0.074384046								
R^2 ajustado	0.065813528								
Error típico	1.069328266								
Observaciones	110								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>				
Regresión	1	9.9241842	9.9241842	8.679060637	0.003943511				
Residuos	108	123.4939976	1.143462941						
Total	109	133.4181818							
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>	
Intercepción	6.992468862	0.187961563	37.20158923	2.10017E-63	6.619896435	7.365041288	6.619896435	7.36504129	
ANB	-0.093720833	0.031812645	-2.946024548	0.003943511	-0.156779014	-0.030662652	-0.156779014	-0.03066265	
Análisis de los residuales									
					Resultados de datos de probabilidad				
<i>Observación</i>	<i>Pronóstico SÍNFISIS</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos estándares</i>		<i>Percentil</i>	<i>SÍNFISIS</i>			
1	6.61758553	-0.61758553	-0.580212975		0.454545455	4			
2	6.898748029	0.101251971	0.095124812		1.363636364	5			
3	6.61758553	-1.61758553	-1.519699		2.272727273	5			
4	6.805027196	2.194972804	2.062146275		3.181818182	5			
5	6.805027196	-0.805027196	-0.7563118		4.090909091	5			
6	6.805027196	0.194972804	0.183174225		5	5			
7	6.61758553	0.38241447	0.35927305		5.909090909	5			
8	6.805027196	0.194972804	0.183174225		6.818181818	5			
9	6.711306363	0.288693637	0.271223638		7.727272727	5			
10	6.61758553	-0.61758553	-0.580212975		8.636363636	5			
11	6.898748029	0.101251971	0.095124812		9.545454545	5			
12	6.898748029	0.101251971	0.095124812		10.45454545	5			
13	6.898748029	1.101251971	1.034610837		11.36363636	5			
14	6.61758553	1.38241447	1.298759075		12.27272727	5			
15	6.711306363	1.288693637	1.210709663		13.18181818	5			
16	6.61758553	-1.61758553	-1.519699		14.09090909	5			
17	6.805027196	0.194972804	0.183174225		15	5			
18	6.711306363	1.288693637	1.210709663		15.90909091	5			
19	6.805027196	0.194972804	0.183174225		16.81818182	5			
20	6.898748029	-0.898748029	-0.844361213		17.72727273	5			
21	6.805027196	0.194972804	0.183174225		18.63636364	5			
22	6.898748029	0.101251971	0.095124812		19.54545455	5			
23	6.805027196	1.194972804	1.12266025		20.45454545	6			
24	6.61758553	0.38241447	0.35927305		21.36363636	6			

ANB Gráfico de los residuales



ANB Curva de regresión ajustada

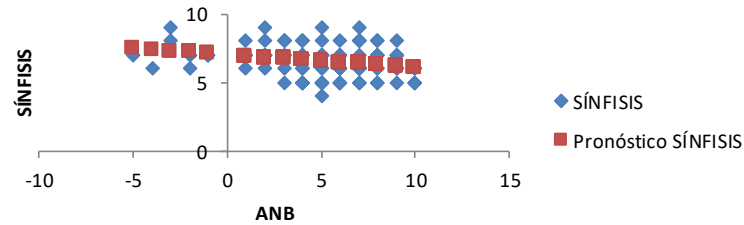
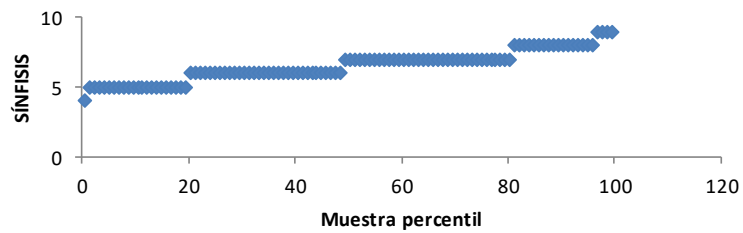
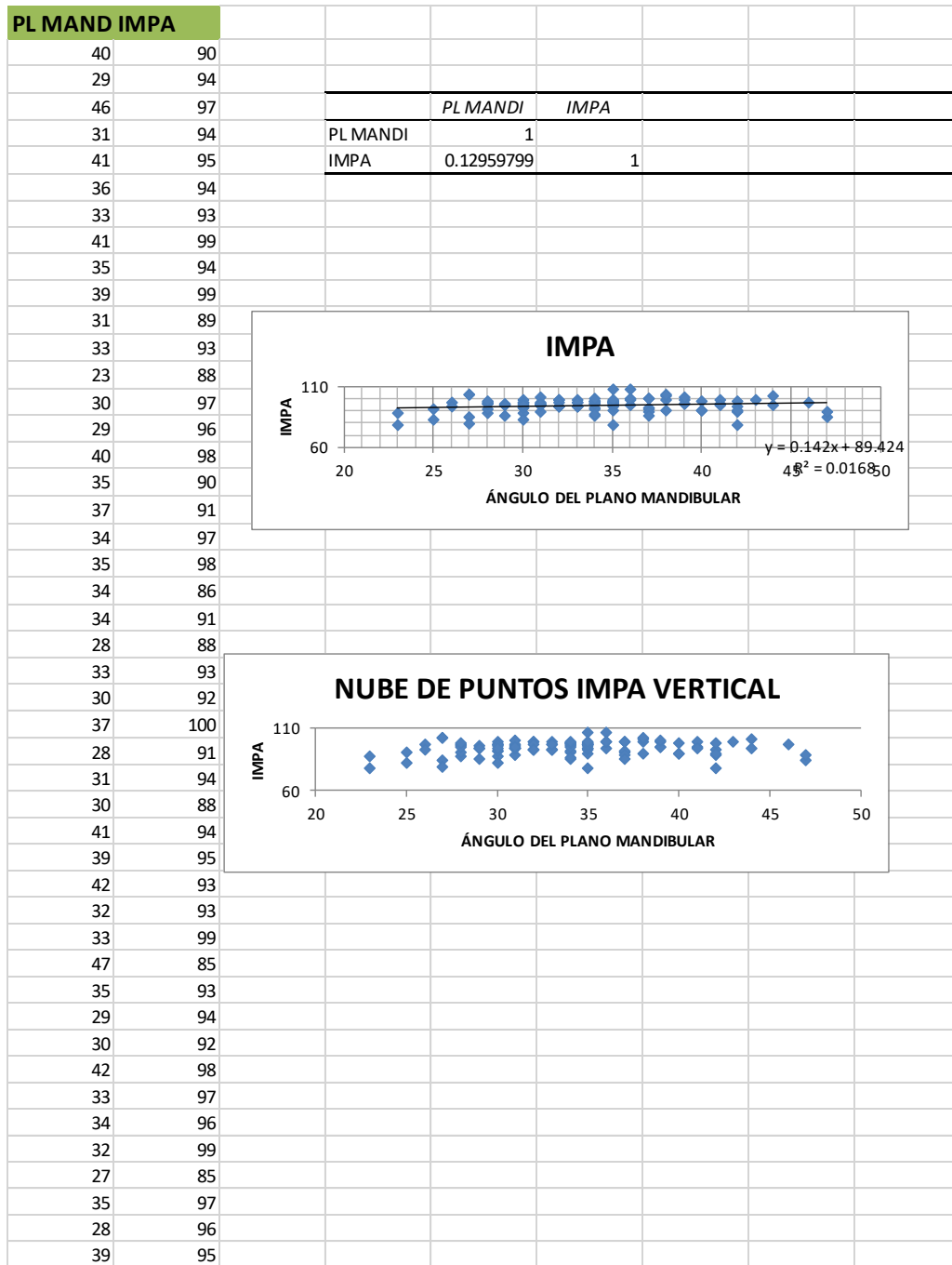


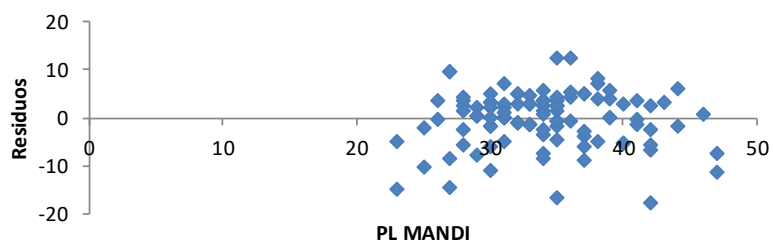
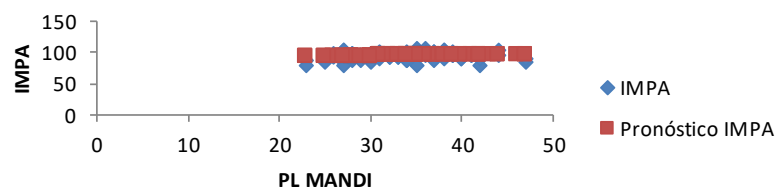
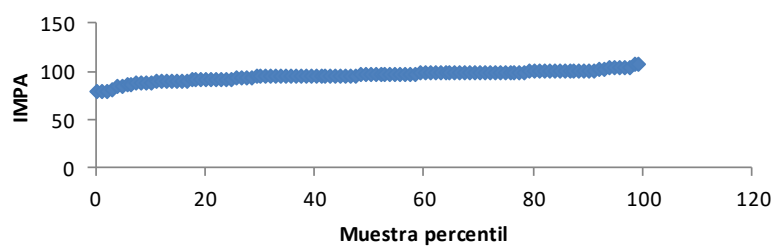
Gráfico de probabilidad normal



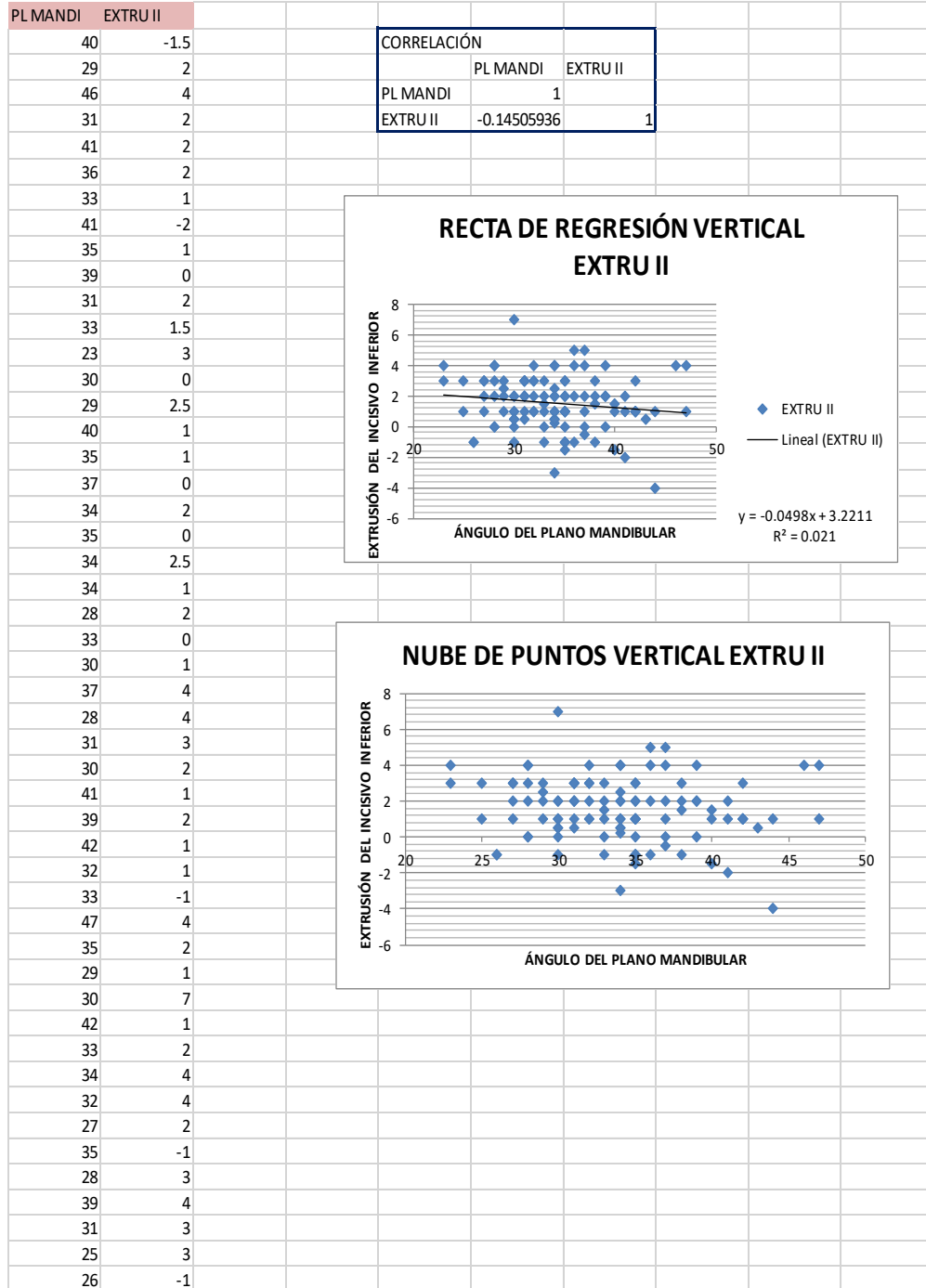
5.21 Regresión lineal en el PL. MAND-IMPA



Resumen									
<i>Estadísticas de la regresión</i>									
Coefficiente de correlación múltiple	0.129597993								
Coefficiente de determinación R^2	0.01679564								
R^2 ajustado	0.007691896								
Error típico	5.616343523								
Observaciones	110								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>				
Regresión	1	58.19475444	58.19475444	1.844915642	0.177206494				
Residuos	108	3406.677973	31.54331456						
Total	109	3464.872727							
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>	
Intercepción	89.42434985	3.59621329	24.8662531	1.66772E-46	82.29603123	96.5526685	82.2960312	96.5526685	
PL MANDI	0.142026602	0.10456382	1.358276718	0.177206494	-0.065237029	0.34929023	-0.06523703	0.34929023	
Análisis de los residuales									
					Resultados de datos de probabilidad				
<i>Observación</i>	<i>Pronóstico IMPA</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos estándares</i>		<i>Percentil</i>	<i>IMPA</i>			
1	95.10541391	-5.105413913	-0.913226836		0.454545455	78			
2	93.5431213	0.456878705	0.081723813		1.363636364	78			
3	95.95757352	1.042426477	0.186463204		2.272727273	78			
4	93.8271745	0.172825501	0.030914024		3.181818182	79			
5	95.24744052	-0.247440515	-0.044260725		4.090909091	83			
6	94.53730751	-0.537307507	-0.096110451		5	83			
7	94.1112277	-1.111227702	-0.198769968		5.909090909	85			
8	95.24744052	3.752559485	0.671236081		6.818181818	85			
9	94.39528091	-0.395280905	-0.070705556		7.727272727	86			
10	94.96338731	4.036612688	0.722045871		8.636363636	86			
11	93.8271745	-4.827174499	-0.863456983		9.545454545	86			
12	94.1112277	-1.111227702	-0.198769968		10.45454545	87			
13	92.69096169	-4.690961686	-0.839092025		11.36363636	88			
14	93.6851479	3.314852103	0.592941523		12.27272727	88			
15	93.5431213	2.456878705	0.439472216		13.18181818	88			
16	95.10541391	2.894586087	0.517766775		14.09090909	89			
17	94.39528091	-4.395280905	-0.786202362		15	89			
18	94.67933411	-3.679334109	-0.65813795		15.90909091	89			
19	94.2532543	2.746745696	0.491321943		16.81818182	89			
20	94.39528091	3.604719095	0.644791249		17.72727273	90			
21	94.2532543	-8.253254304	-1.476294272		18.63636364	90			
22	94.2532543	-3.253254304	-0.581923265		19.54545455	90			
23	93.40109469	-5.401094694	-0.9661165		20.45454545	90			
24	94.1112277	-1.111227702	-0.198769968		21.36363636	90			
25	93.6851479	-1.685147897	-0.301429484		22.27272727	91			
26	94.67933411	5.320665891	0.951729862		23.18181818	91			
27	93.40109469	-2.401094694	-0.429493896		24.09090909	91			
28	93.8271745	0.172825501	0.030914024		25	91			
29	93.6851479	-5.685147897	-1.01692629		25.90909091	92			
30	95.24744052	-1.247440515	-0.223134926		26.81818182	92			
31	94.96338731	0.036612688	0.006549065		27.72727273	92			

PL MANDI Gráfico de los residuales**PL MANDI Curva de regresión ajustada****Gráfico de probabilidad normal**

5.22 Regresión lineal en el PL. MAND-EXTRU II



Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple		0.145059361						
Coefficiente de determinación R ²		0.021042218						
R ² ajustado		0.011977794						
Error típico		1.753848407						
Observaciones		110						
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	7.140611734	7.140611734	2.32140713	0.130527435			
Residuos	108	332.2062974	3.075984235					
Total	109	339.3469091						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	3.221052532	1.123010536	2.86823002	0.004965195	0.995050826	5.447054238	0.995050826	5.447054238
PL MANDI	-0.049750275	0.032652755	-1.523616464	0.130527435	-0.1144737	0.01497315	-0.1144737	0.01497315
Análisis de los residuales								
					Resultados de datos de probabilidad			
<i>Observación</i>	<i>Pronóstico EXTRU II</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos estándares</i>		<i>Percentil</i>	<i>EXTRU II</i>		
1	1.231041535	-2.731041535	-1.564363318		0.454545455	-4		
2	1.778294559	0.221705441	0.126994722		1.363636364	-3		
3	0.932539885	3.067460115	1.75706668		2.272727273	-2		
4	1.678794009	0.321205991	0.183989464		3.181818182	-1.5		
5	1.18129126	0.81870874	0.468963179		4.090909091	-1.5		
6	1.430042634	0.569957366	0.326476322		5	-1		
7	1.579293459	-0.579293459	-0.331824114		5.909090909	-1		
8	1.18129126	-3.18129126	-1.822270107		6.818181818	-1		
9	1.479792909	-0.479792909	-0.274829371		7.727272727	-1		
10	1.28079181	-1.28079181	-0.733648207		8.636363636	-1		
11	1.678794009	0.321205991	0.183989464		9.545454545	-1		
12	1.579293459	-0.079293459	-0.045419953		10.45454545	-1		
13	2.076796209	0.923203791	0.528818814		11.36363636	-1		
14	1.728544284	-1.728544284	-0.99012455		12.27272727	-1		
15	1.778294559	0.721705441	0.413398882		13.18181818	-0.5		
16	1.231041535	-0.231041535	-0.132342514		14.09090909	0		
17	1.479792909	-0.479792909	-0.274829371		15	0		
18	1.38029236	-1.38029236	-0.79064295		15.90909091	0		
19	1.529543184	0.470456816	0.269481579		16.81818182	0		
20	1.479792909	-1.479792909	-0.847637693		17.72727273	0		
21	1.529543184	0.970456816	0.55588574		18.63636364	0		
22	1.529543184	-0.529543184	-0.303326743		19.54545455	0		
23	1.828044834	0.171955166	0.09849735		20.45454545	0.2		
24	1.579293459	-1.579293459	-0.904632436		21.36363636	0.5		
25	1.728544284	-0.728544284	-0.417316229		22.27272727	0.5		
26	1.38029236	2.61970764	1.500590336		23.18181818	0.5		
27	1.828044834	2.171955166	1.244113993		24.09090909	0.5		
28	1.678794009	1.321205991	0.756797786		25	0.5		
29	1.728544284	0.271455716	0.155492093		25.90909091	0.5		
30	1.18129126	-0.18129126	-0.103845142		26.81818182	1		

PL MANDI Gráfico de los residuales

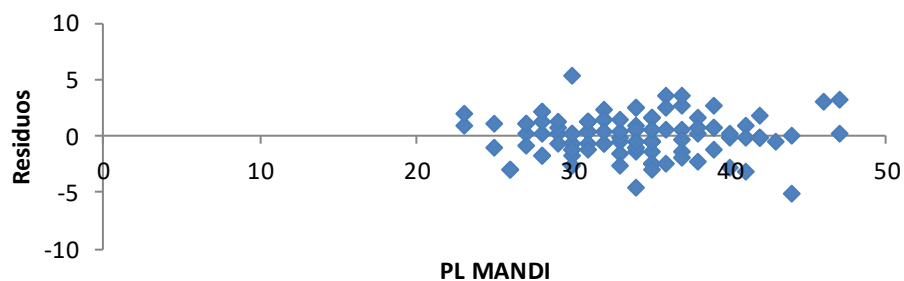
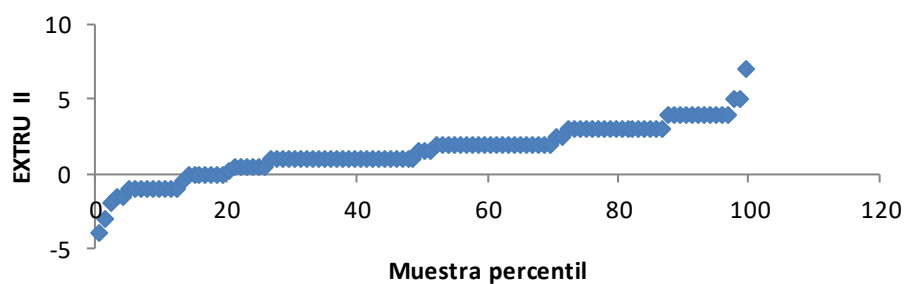
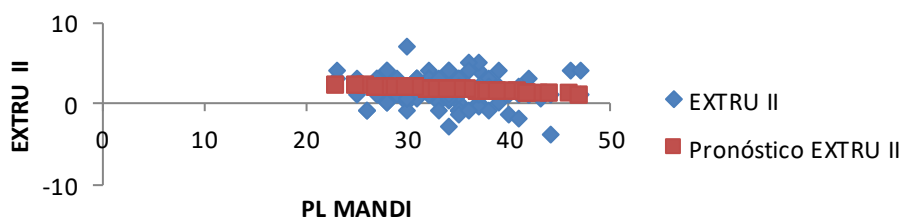


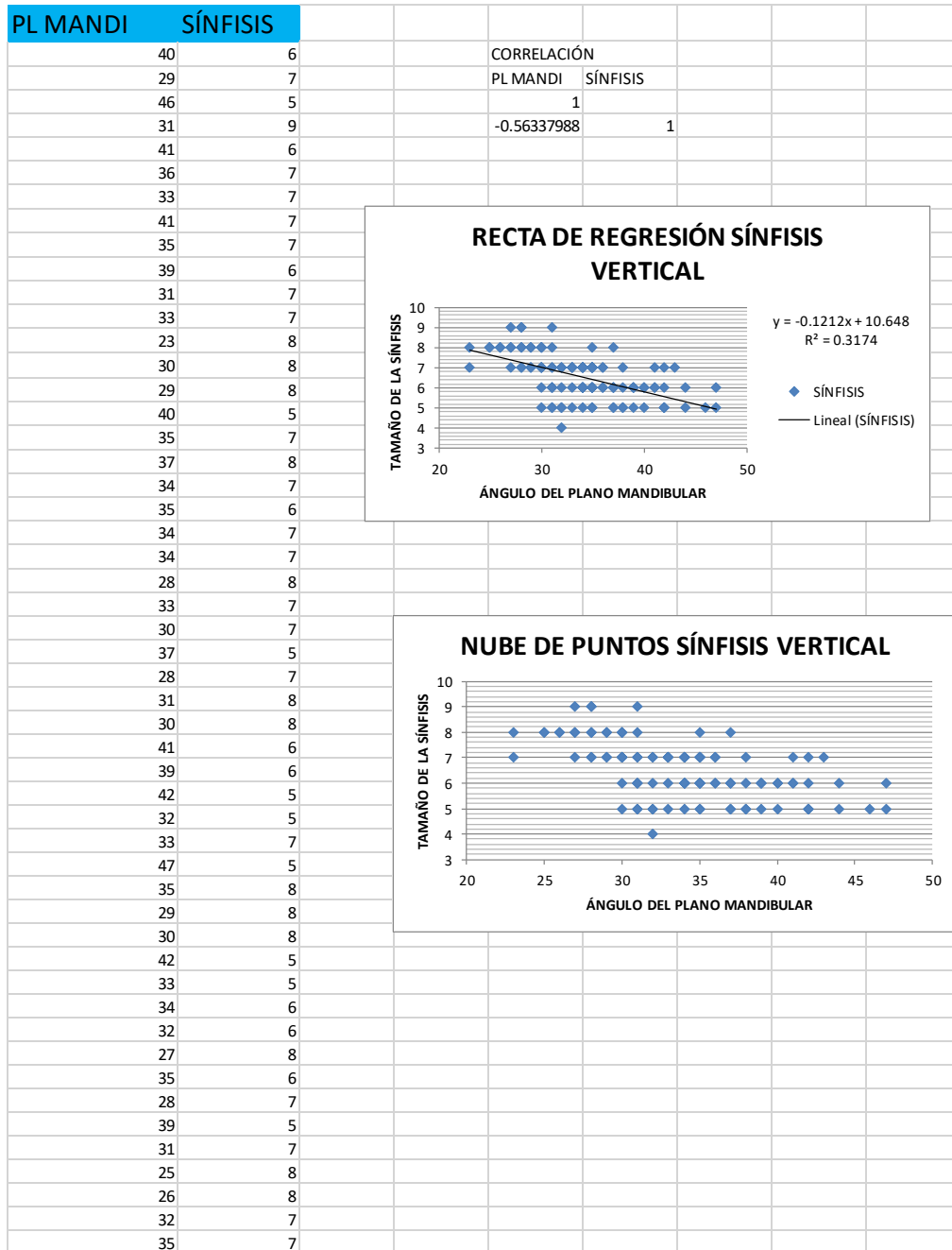
Gráfico de probabilidad normal



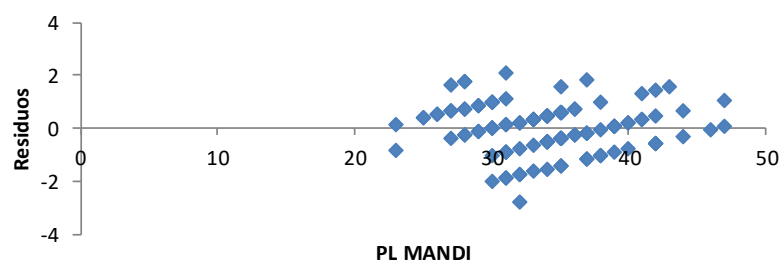
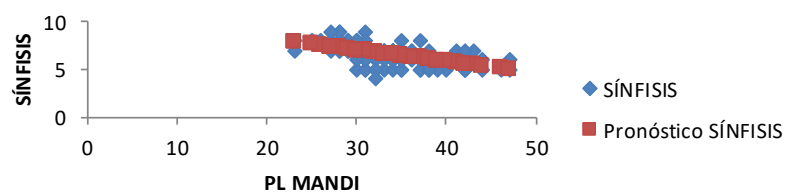
PL MANDI Curva de regresión ajustada



5.23 Regresión lineal en el PL. MAND-SÍNFISIS



Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.563379882							
Coefficiente de determinación R ²	0.317396892							
R ² ajustado	0.311076493							
Error típico	0.918289803							
Observaciones	110							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	42.34651624	42.34651624	50.21785563	1.48044E-10			
Residuos	108	91.07166558	0.843256163					
Total	109	133.4181818						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	10.64759933	0.587992166	18.10840338	1.66716E-34	9.48209685	11.81310181	9.48209685	11.81310181
PL MANDI	-0.121153683	0.017096513	-7.086455787	1.48044E-10	-0.155041937	-0.087265428	-0.155041937	-0.087265428
Análisis de los residuales								
					Resultados de datos de probabilidad			
<i>Observación</i>	<i>Pronóstico SÍNFISIS</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos estándares</i>		<i>Percentil</i>	<i>SÍNFISIS</i>		
1	5.801452029	0.198547971	0.217213624		0.454545455	4		
2	7.134142537	-0.134142537	-0.146753384		1.363636364	5		
3	5.074529934	-0.074529934	-0.081536553		2.272727273	5		
4	6.891835172	2.108164828	2.30635509		3.181818182	5		
5	5.680298347	0.319701653	0.349757062		4.090909091	5		
6	6.286066759	0.713933241	0.781050676		5	5		
7	6.649527807	0.350472193	0.383420364		5.909090909	5		
8	5.680298347	1.319701653	1.443767861		6.818181818	5		
9	6.407220442	0.592779558	0.648507239		7.727272727	5		
10	5.922605712	0.077394288	0.084670187		8.636363636	5		
11	6.891835172	0.108164828	0.11833349		9.545454545	5		
12	6.649527807	0.350472193	0.383420364		10.45454545	5		
13	7.861064632	0.138935368	0.151996793		11.36363636	5		
14	7.012988855	0.987011145	1.079800853		12.27272727	5		
15	7.134142537	0.865857463	0.947257416		13.18181818	5		
16	5.801452029	-0.801452029	-0.876797176		14.09090909	5		
17	6.407220442	0.592779558	0.648507239		15	5		
18	6.164913077	1.835086923	2.007604913		15.90909091	5		
19	6.528374124	0.471625876	0.515963801		16.81818182	5		
20	6.407220442	-0.407220442	-0.445503561		17.72727273	5		
21	6.528374124	0.471625876	0.515963801		18.63636364	5		
22	6.528374124	0.471625876	0.515963801		19.54545455	5		
23	7.25529622	0.74470378	0.814713978		20.45454545	6		
24	6.649527807	0.350472193	0.383420364		21.36363636	6		
25	7.012988855	-0.012988855	-0.014209947		22.27272727	6		
26	6.164913077	-1.164913077	-1.274427487		23.18181818	6		
27	7.25529622	-0.25529622	-0.279296821		24.09090909	6		
28	6.891835172	1.108164828	1.21234429		25	6		
29	7.012988855	0.987011145	1.079800853		25.90909091	6		
30	5.680298347	0.319701653	0.349757062		26.81818182	6		
31	5.922605712	0.077394288	0.084670187		27.72727273	6		

PL MANDI Gráfico de los residuales**PL MANDI Curva de regresión ajustada****Gráfico de probabilidad normal**